新疆植物学研究文集

中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所

科学出版社

新疆植物学研究文集

THE COLLECTION OF BOTANICAL PAPERS IN XINJIANG

中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所

科学出版社

1991

(京)新登字092号

内容简介

该书是中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所近年来的部分研究成果。全书分为植物生态学与地植物学，植物区系与分类学，植物生理学，植物资源学、解剖学、草地学等四编，包括论文34篇；反映了新疆荒漠植物群落研究的特色和新疆名特优瓜果贮藏研究的新成果，对合理开发利用新疆植物资源有参考价值。

可供植物学、生态学、林学、农学科学工作者和大专院校有关专业师生参考。

新疆植物学研究文集
THE COLLECTION OF BOTANICAL PAPERS IN XINJIANG
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所
责任编辑 曾建飞 曾桂芳
科学出版社 出版
北京东黄城根北街16号
邮政编码：100707
江苏句容县排印厂排版
中国科学院上海印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
*
1991年9月第一版 开本：787×1092 1/16
1991年9月第一次印刷 印张：15 插页：2
印数：1—1000 字数：340 000
ISBN 7-03-002663-2/Q·357
定价：12.00 元

前　言

这本文集是我们中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所的植物学工作者近年来的部分研究成果。它大致反映了我所植物学各个领域的研究方向、学术动态、研究水平和所取得的成果。鉴于分支学科较多，我们以植物生态、植物资源、植物生理三个研究室的成果为基础，把征集到的34篇论文分成4编，以求纲目明晰。

第一编是植物生态学和地植物学方面的论文。我们既选入了有关南北疆荒漠植物群落研究的成果，也选入了几篇高原、高山地区植被研究的文章，以反映对新疆各种植被类型研究的梗概。在这一编还收集了地上生物量动态研究、绿洲生态问题及对策、早春短命植物水分生态等文章。数学生态学研究工作在我所刚开始不久，也选择了一篇农业生态模型的文章作为代表。

第二编是植物区系学和分类学。关于植物区系的研究，我们研究所进行的还不够多，除了已发表的几篇专属性文章外，这次只收入了有关短命植物区系研究的论文1篇。

多年来植物分类工作做得较多，通过植物志的编纂，部分科属已进行了系统整理。但由于篇幅所限，无法全面收录，本编只选入了纲要性的风毛菊属和嵩草属研究及其他2篇短文。

第三编是新疆名特优瓜果采后生理和贮藏保鲜技术研究方面的文章。这一研究领域是我所多年坚持的长期性研究课题，其研究成果，除探讨了新疆名特优瓜果采后的一些生理特征外，也试验了多项行之有效的贮藏保鲜技术，延长了贮藏期，对调节市场的均衡供应具有一定效益。

第四编包括的学科范畴较广，这里既收录了关于芳香植物的文章，也收录了牧草、草地学、植物解剖学及植物组织培养和杂交育种方面的论文。

由以上可见，这本文集所涉及的研究领域是相当广泛的，我们希望它能引起对干旱区植物学研究有兴趣的科技工作者和农林牧工作者的注意，也希望进行学术交流，扩大研究的视野，以便今后取得更大进展。

本文集是为纪念中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所建所30周年而编辑出版的，由于时间仓促，篇幅有限，还要照顾到多研究室、多学科的客观情况，所以一些颇有见地和颇有份量的论文未能收入，我们编委会深表遗憾和歉意。

为了保证本文集的质量，在编写过程中，由我所植物生态、植物资源和植物生理三个研究室联合组成编辑委员会，对论文进行审阅和筛选。编委会由下述同志组成(以姓氏笔画为序)：毛祖美、刘国钧、冷巧珍、努尔尼莎、沈观冕、张立运、张佃民。

编　委　会

1991年3月

Preface

This collection of papers is a part of achievements in scientific research which have been got in recent years by the botanists of Xinjiang Institute of Biology, Pedology and Desert Research, Chinese Academy of Sciences. The direction of research, scientific recent development, standard of research and achievements in scientific research of our institute can be approximately expressed by this collection. Because there are many branches of botany for making a clean outline. We take the research results of the 3 departments of Plant Ecology, Plant Resources and Plant Physiology as the base, and incorporate these 34 papers into 4 part.

The part I includes the papers of ecology and geobotany. Here we collect the achievements of the research of desert vegetation both in south and north Xinjiang and also collect some papers about the vegetations of plateau and high mountains. We hope to introduce the broad outline of our research work about vegetation types in Xinjiang.

The papers of the dynamic of biomass above ground, of the ecological problems in oases and countermove, of water ecology of ephemeral plants are also collected in this part. The research of mathematical ecology is just beginning in our institute, we take a paper about the model of agroecology as a representative of this field.

The part II is about the floristics and taxonomy. The research work about floristics is not more in this institute. Besides some papers which specialize in some genus and have been published, this time we only collect one paper which is about the study on the floristics of ephemerals.

We have done a lot of research work about plant taxonomy for many years. Some families and genera have been systematically collected in the process of compiling flora of Xinjiang, because of the limited space we can't collect all papers of this field except two short papers and conspectus papers which are the study on *Saussurea* and *Kobresia*.

The papers about post-harvest physiology and the technology of store the fruits and keeping fresh are collected in the part III. This field has been a long-term item of research in our institute, and the achievements in this aspect expound some characteristics of post-harvest physiology in some famous fruits of Xinjiang. On the other hand, some effective storage techniques have been tested, the store period has been prolonged. The beneficial results to read-

just balanced supply in markets has been got.

The part Ⅳ includes wider scientific fields. The papers of aromatic plants, forage grass, grassland science, phytotomy, plant tissue culture and crossbreeding are all collected in this part.

To sum up, you can see this collection deal with a quite wide range of disciplines. We hope it can bring the attention of the scientists who research in the botany of arid areas and work in agriculture, forestry and animal husbandry. We also hope to develop academic exchanges and to broaden the field of vision, in order to get more progress in future.

In addition, we have to point out that the collected papers are compiled and published for celebreating the 30th anniversary of the founding of our institute——Xinjiang Institute of Biology, Pedology and Desert Research, Chinese Academy of Sciences. Because the time and coverage are limited, in addition, different departments and every kind of botanical branches must be given consideration, some papers which have keen insight and exert a considerable quality cannot be collected in. Editorial board expresses deeply regret and apology over the matter.

Editorial Board

March 1991

目　录

第一编　植物生态学与地植物学

第二编　植物区系与分类学

第三编　植物生理学

第四编　植物资源学、解剖学、草地学

CONTENTS

Part Ⅰ: Plant Ecology and Geobotany

Part Ⅱ: Flora and Taxonomy

Part Ⅲ: Plant Physiology

Part Ⅳ: Plant Resources, Phytotomy and Grassland Sciences

第一编　植物生态学与地植物学

新疆高寒草原的研究

张佃民*

摘　要

高寒草原作为草原植被的一个亚类型，在新疆几大山系的亚高山带、高山带和南部高原上广泛分布。本文总结了高寒草原研究的历史，对其名称混乱现象，给予了肯定性结语。对其发育的环境特点、优势层片组成和建群种组成进行了概述。在亚类型以下的分类等级中，增补了群系亚纲级，总共提出了25个群系。这比前人的研究内容要广阔，也揭示了新疆高寒草原类型学的丰富性。最后对该类草原的利用现状和改良建设以及合理利用提出建议。

高寒草原是分布在高山带或高原上的一个特殊的草原亚类型。其建群种都属于高寒旱生类群，主要为禾本科的一些种，也有莎草科的种类和几个小半灌木种类。这种草原在新疆各山系的高山带和青藏高原北部广泛分布，畜牧业生产上作为重要的夏草场。过去虽有一些文献研究过，但限于当时的资料，都有些不够全面。我们利用前人资料及近年来获得的新资料，试图对这类草原进行一次较系统的整理。

一、高寒草原研究的历史回顾

高寒草原在文献中的名称尚不统一，库里齐阿索夫开始在西天山植被中划分这种草原时，把它称为高山草原(Культйасов, 1927)。1958年他在《西天山高山植物的生态学特点》[16]一书中，继续沿用这一名称。苏联草原学权威拉甫连柯在其名著《苏联的草原》这本专著中[17]，只分类出荒漠草原、真草原和草甸草原三个亚类型，没有单独划分出高寒草原亚类型。但是在论述真草原和草甸草原具体的群落学特征时，多次提到苏联欧洲部分和亚洲部分都分布有高山草原或高原草原。1956年他在为苏联1:1 000 000植被图写的说明书中[18]，又详细描述了一些高山草原的类型学特点。另外，苏联的中亚和哈萨克斯坦植被研究家，如 Е.П. Коровин, М.Г. Полов, Н.И. Рубцов, Б. А. Быков 等[15,19,20,14]，也都研究过高山草原的特点。Блюментал 则第一次明确地把这种草原作为一个亚类型划分出来，他称为适冰雪草原(коиофильная степв)，并和荒漠草原、干草

*本文集作者，除个别注明的外，均为中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所的研究人员。本所地址：中国，新疆，乌鲁木齐，邮政编码 830011。

原、真草原、草甸草原并列[18]。

对亚洲中部高寒草原进行过研究的有：尤纳托夫、侯学煜、王义凤、张佃民、王金亭、张经炜、李渤生、周兴民、张立运等。尤纳托夫在他的《蒙古人民共和国植被的基本特点》一书中[4]，于阿尔泰山、杭爱山和肯特山的植被论述中，多次提到一些山地草原混生有高山成分，因而这种草原属于亚高山类型。侯学煜在其《中国的植被》一书中[11]，也把这种草原称为高山草原。后来他又称这种草原为高寒草原，并作为植被型级与草原类型并列[12]。王义凤在研究东天山草原的文章中[2]，为高寒草原规定了明确的定义并叙述了几个高寒草原的特征。张佃民在研究新疆产羊茅属植物的分类和地理规律时[8]，提到多种羊茅是高寒草原的建群种，并简短地描述了这些群落的分布情况和主要特点。他在关于阿尔金山植被的文章中[7]，注意到这一先前被认为是荒漠的山地，发育着完整的银穗草高山草原带。王金亭、李渤生、张经炜、周兴民等，对青藏高原北部的高寒草原进行了比较系统的研究，并对其地带性意义提出了新的看法[3,6,10]。王金亭、李渤生还对7个高寒草原群系进行了详尽的论述。张立运、张希明也对昆仑山东段的高寒草原进行研究，并利用数学分类法对高寒草原进行了群落类型的划分[9]。

但是，不能不指出，对高寒草原进行比较系统研究的还是《新疆植被及其利用》和《中国植被》两本专著[1,5]。前者称这种草原为寒生草原，并加括号标明其为适冰雪草原的同义语。指出这类草原的一些建群种，属于高山特有成分，而且在群落中混生一定的高山草甸、高山芜原或亚高山草甸成分。书中对7个寒生草原群系进行了详细的描述，是一本很好的参考文献。但是该书也"视高山、亚高山草原为寒生草原的同义语"(144页)，并谓"亚高山和高山带的草原都具有寒生性质，应以寒生草原来概括它们"(同页)。对于这一论点我们不敢苟同。因为有些温性草原群落，如沙生针茅(*Stipa glareosa*)的某些群落，在小帕米尔和西昆仑山北坡，可一直分布到3 800—4 000米的亚高山带，甚至5 000米的高山带。这类群落决不是适冰雪的寒生性类型，也不含有任何的高山、亚高山成分。它们在高山带的出现，仅仅是由于塔里木盆地对其周围山地强烈的增温致旱以及喀喇昆仑山的雨影效应造成的。而且 Блюментал 在把适冰雪草原作为一个独立的亚型划分出来时就已经指出，适冰雪草原绝不能等同于高山和亚高山草原。因为后面两类草原中，既包括适冰雪草原，也含有普通的微温旱生真草原、草甸草原甚至荒漠草原。

由吴征镒主编的《中国植被》这本巨著，也把高寒草原作为一个亚型和草甸草原、真草原、荒漠草原并列，并在这个亚型之下再划分出三个群系组(实为群系纲)。该书总共描述了10个群系，也对高寒草原的定义和一般特征进行了详细的阐述。

我们同意王义凤和《中国植被》一书给以的高寒草原这一名称和定义，它既表明这种草原生态发生学性质的寒生特点，又表明它是分布在亚高山带、高山带或高原上的生境特点。用高和寒结合加在草原之前命名，正是十分概括地表征了这一草原植被亚型的本质性特点。这比亚高山草原、高山草原、寒生草原或适冰雪草原这些名称都更贴切一些。

但是，也必须说明，我们并不否认亚高山和高山高寒草原具体群落类型的存在，有些建群种形成的草原，就是专性的亚高山高寒草原，如昆仑针茅(*Stipa roborowskyi*)高寒草原、座花针茅(*Stipa subsessiliflora*)高寒草原等，它们只分布在亚高山带，很少上升到高山带。而另外有些种形成的高寒草原，又是专性的高山高寒草原，如寒生羊茅(*Festuca kryloviana*)高寒草原、羽柱针茅(*Stipa basiplumosa*)高寒草原等。

二、高寒草原发育生境和群落学的一般特点

新疆高寒草原的分布区，从阿尔泰山高山带、天山高山带、帕米尔—昆仑—阿尔金高山带，直至新疆所辖的青藏高原北部地区，南北约跨15个纬度。所以，尽管总的说，其生境是高寒、干旱的，但是南北地区还是有些差别的。从径流形成量、植被带谱的复杂程度、林带存在与否和幅度等方面看，阿尔泰山和天山北坡高山带，还是比天山南坡、帕米尔及更南的高山、高原要湿润一些。前者降水量在400毫米左右，后者仅有200—300毫米。年均温北部也低一些，约为－8℃，天山南坡的尤尔都斯盆地，因海拔较低(2 400米)，为－4℃。青藏高原北部为0—－6℃。另外，日照充足、辐射强烈、昼夜温差大、总辐射的热效益很低、蒸发强烈(＞2 000毫米)等，是高寒草原生境的共同特点。

高寒草原生境的地形、土壤条件也不尽相同。在阿尔泰山和天山大北坡地区，高寒草原主要分布在阳性和半阳性的坡面上。是坡麓积物堆积风化，并在草原植物作用下形成的土壤，土层深厚，质地细密或稍夹带些小石屑，生草丛密实，为典型的高山草原土。天山南坡的尤尔都斯则为一高的山间盆地，其间沉积了深厚的洪积冲积物，在这种基质上由紫花针茅(*Stipa purpurea*)、座花针茅(*S. subsessiliflora*)和密花黄芪(*Astragalus densiflorus*)等植物作用下，形成典型的亚高山草原土。因蒸发强烈，土壤表层还有轻度的盐渍化现象。昆仑山和阿尔金山北坡高山带高寒草原下的土壤，主要为风积黄土状亚沙土上发育成的高山草原土。土层也很深厚，生草丛有相当发育。

新疆所属青藏高原北部的高山草原土，质地多为轻壤至沙壤，中间夹有石砾，通体石灰反应强烈，但在海拔较高处发育的高山草原土，因有一定的淋溶作用，底部可形成微弱的钙积层。

高寒草原尽管生境严酷，但是由于其分布地域辽阔，加上长期地质历史时期的演化、分异，它的类型学、群落结构、区系组成等，还是相当复杂的。据分析，高寒草原共有10个植物层片，其中以冷旱生的丛生禾草层片为建群层片。组成种类以针茅、羊茅、银穗草三个属的冷旱生种类为主，也有少数冷旱生苔草和小半灌木蒿子，可形成建群层片，组成相应的高寒草原群系。其他还有冷旱生的或冷旱中生的根茎禾草、根茎苔草、多年生杂类草、丛生嵩草、小半灌木、灌木、垫状植物和一年生植物等组成的次优层片或从属层片。

关于高寒草原的生活型组成，王金亭、李渤生对羌塘高原高寒草原的分析是：旱生植物占62.9%，中生植物占37.1%。我们利用天山高寒草原的一些样方资料进行分析结果是：旱生植物占58%，中生植物占42%，和他们的结果略有差别。这是由于天山高山带多少要比羌塘高原湿润一些的原因造成的。对昆仑山和阿尔金山北坡高山带高寒草原生态型组成的分析结果，则和他们的数值近似。

三、新疆高寒草原的类型和发生学特点

根据植被分类原则和近年获得的新资料，我们整理的结果得出，这个植被亚型在新疆境内包括有下述的序列单位：

(一) 北部高寒草原群系纲

A. 丛生禾草北部高寒草原群系亚纲

A_1 羊茅高寒草原群系组

1. 阿尔泰羊茅高寒草原(Form. *Festuca altaica*)

2. 高山羊茅高寒草原(Form. *F. supina*)

3. 天山羊茅高寒草原(Form. *F. tianschanica*)

4. 羊茅高寒草原(Form. *F. ovina*)

5. 假羊茅高寒草原(Form. *F. pseudovina*)

6. 直穗羊茅高寒草原(Form. *F. erectiflora*)

7. 短叶羊茅高寒草原(Form. *F. brevifolia*)

8. 寒生羊茅高寒草原(Form. *F. kryloviana*)

A_2 早熟禾高寒草原群系组

9. 葡系早熟禾高寒草原(Form. *Poa botryoides*)

上述群系纲中的诸群系，主要分布在天山主脊线以北地区，除广生态幅的广布种羊茅和假羊茅群系外，其他群系从不分布到天山南坡以南各山地。

(二) 南部高寒草原群系纲

A. 丛生禾草南部高寒草原群系亚纲

A_1 针茅高寒草原群系组

10. 紫花针茅高寒草原(Form. *Stipa purpurea*)

11. 座花针茅高寒草原(Form. *S. subsessiliflora*)

12. 羽柱针茅高寒草原(Form. *S. basiplumosa*)

13. 克氏针茅高寒草原(Form. *S. krylovii*)

14. 昆仑针茅高寒草原(Form.*S. roborowskyi*)

A_2 羊茅高寒草原群系组

15. 羊茅高寒草原(Form. *F. ovina*)

16. 葱岭羊茅高寒草原(Form. *F. amblyodes*)

17. 尤尔都斯羊茅高寒草原(Form. *F. jouldosensis*)

18. 毛稃羊茅高寒草原(From. *F. kirilovii*)

19. 多花羊茅高寒草原(Form. *F. pluriflora*)

A_3 银穗草高寒草原群系组

20. 银穗草高寒草原(Form. *Leucopoa olgae*)

21. 喀山银穗草高寒草原(Form. *L. karatavica*)

B. 根茎苔草高寒草原

22. 硬叶苔草高寒草原(Form. *Carex moorcroftii*).

23. 硬叶苔草+垫状驼绒藜高寒草原(Form. *C. moorcroftii*+*Ceratoides compacta*)

C. 小半灌木高寒草原

24. 垫状蒿高寒草原(Form. *Artemisia minor*)

25. 昆仑蒿高寒草原(Form. *A. parvula*)

南部高寒草原群系纲，是由一组虽属寒旱生植物，但又相对喜温一些的种群组成的高

寒草原。它们向北的分布界线很少越过天山主脊。

从以上分类系统中可以看出，新疆的高寒草原类型还是相当多的。如果再加上青藏高原中南部的一些群系，我国的高寒草原将可能是世界上这一植被亚型群落学最多样的地区，这也是亚洲中部高山、高原地区植被的一大特点。在这里因大气候和荒漠基带的干旱，整个植被垂直带谱也呈现旱化、简化现象。欧洲、中亚及东亚高山带典型的亚高山杂类草草甸和高山五花草甸就大为退缩，代之而兴起的是适应干旱、寒冷的高寒草原和高寒蒿草芜原等植物群落。

限于篇幅，我们不准备花太多笔墨去叙述各个高寒草原群系的全部群落学特点，仅对这类草原的发生学性质作简要阐明。从种群形成历史看，北部高寒草原的诸群系，发生年龄都要比南部各个群系早一些。根据古植物学资料和其他植被类型发生历史判断，北部诸群系大概形成于第三纪后期。在气候变干的高纬度寒冷条件下，便衍生出这类草原的北方变体，如阿尔泰羊茅群系、高山羊茅群系、匍系早熟禾群系、直穗羊茅群系、寒生羊茅群系等。第三纪末期和第四纪初期的造山运动，使得天山隆升得更高，帕米尔和青藏高原也横空出世，达到平均海拔 4 500— 5 000 米的高度，在这新的更加高寒干旱的生境条件下，便分化出一系列年轻的禾草和杂类草种群，它们就是南部高寒草原的骨干成分。如多花羊茅、尤尔都斯羊茅、葱岭羊茅、紫花针茅、座花针茅、羽柱针茅、昆仑针茅、青藏苔草、垫状蒿等群系，就是在这一时期和这种条件下衍生形成的。

从群系种类组成总数、每 10×10 米^2 样地种饱和度、盖度、高度、生物产量等重要值方面比较，北部高寒草原都比南部高寒草原高一些。

表 1 南部高寒草原与北部高寒草原几种特征比较表

比较项目 \ 数值 \ 群系纲	南部高寒草原	北部高寒草原
总的种类组成	200	250—300
10×10 米^2 样地种饱和度(种数)	10—15	15—20
群落盖度(%)	15—40	30—60
草丛高度(厘米)	15—20	20—30
地上生物量鲜草(公斤/公顷)	225—450	375—750

四、新疆高寒草原的利用现状及开发前景

高寒草原各地区目前都用作夏季放牧场，饲养有哈萨克羊、蒙古羊、藏羊及牛、马、牦牛等家畜。只有尤尔都斯盆地南部高山的高寒草原，蒙古族牧民选择无冰川发育和避风向阳的山坡群，作为极耐寒家畜牦牛的冬牧场。

帕米尔和昆仑山、阿尔金山的高寒草原，也是克孜勒苏、喀什、和田地区诸县以及巴音

郭楞蒙古族自治州若羌、且末两县的主要夏季牧场。而且以银穗草、昆仑针茅为主高寒草原的下半部，还常用作冬春季放牧场。这是因为这些地区山前平原石质戈壁荒漠特别宽阔，其上几乎没有可供利用的草场植被发育，牲畜缺乏过渡草场，无法长途转移到平原绿洲越冬度春，不得不采取的一种放牧制度。

另外，高山带的高寒草原，多是坡陡路险地段。南部高原的高寒草原，也是地处偏远，交通不便。因而很多高寒草原类型至今尚无人问津，仅是野生动物栖息的场所。例如，属南部高原的若羌县阿其克库里地区，今天仍是无人区，在这里繁衍着大量野牦牛、藏野驴、藏羚羊等野生动物。现在已建立了野生动物保护区，当然这是保护野生动物种质资源的重要措施，但是考虑到这里草场面积很大，有着相当的畜牧业开发潜力，随着国民经济的发展，如能相应建设道路系统，解决交通问题，保证牧民生产和生活必需品的供应，实行以草定畜的原则，我认为这一地区发展畜牧业是大有可为的。著名的和田地毯，就是用这种高寒草原上培育出的半细毛羊的毛织成的。据这一地区的群众反映，高寒草原上放养的绵羊，肉质特别鲜美。我们亲口品尝过这里的烤全羊，其肉肥瘦适当，细嫩不膻。

另外，还要说明的是，某些高寒草原类型的改良条件是很好的。例如天山尤尔都斯盆地，根据我们的工作结果，这里水源丰富，无农牧争水争地矛盾，进行高寒草原的灌溉、施肥、补播等改良措施，都取得了很好的效益，产草量成倍或数倍的增长。使用耐寒的高草类，如老芒麦(*Clinelymus sibiricus*)、披碱草(*C. nutans*)等，翻耕低产草地建立人工割草地，也取得成功，对当地畜牧业起到很大作用。据我们考察，即或在昆仑山和南部高原地区，类似的改良条件也存在。如若羌南部的鸭子泉、阿雅克湖和阿其克湖周围各小河流域，都有可以建立高寒人工草地和燕麦、青稞等饲料的地段。如能打刈储备一定数量的补饲草料，则可建立固定的牧民住地，把这类草原充分合理地开发利用起来。

参 考 文 献

[1] 中国科学院新疆综合考察队，新疆植被及其利用，科学出版社，1978。

[2] 王义凤，东天山山地草原的基本特点，植物生态学与地植物学丛刊，1963，1(1—2)。

[3] 王金亭、李渤生，西藏羌塘高原高寒草原的基本类型与特征，植物生态学与地植物学丛刊，1982，6(1)。

[4] 尤纳托夫，A.A.(李继侗译)，蒙古人民共和国植被的基本特点，科学出版社，1959。

[5] 吴征镒主编，中国植被，科学出版社，1980。

[6] 张佃民，新疆产羊茅属植物的分类、分布及其在草原形成和畜牧业生产中的意义，植物分类学报，1978a，16(2)。

[7] 张佃民，从阿尔金山的植被特点论柴达木盆地在植被区划中的位置，西北植物研究，1978b，3(2)。

[8] 张经炜、王金亭，西藏中部的植被，科学出版社，1966。

[9] 张立运、张希明，东昆仑山内部库木库里盆地高寒草原的一般特征，干旱区研究，1986，3(4)。

[10] 周兴民，青藏高原高寒草原概述及其与欧亚草原区的关系，中国草原，1980，4(6)。

[11] 侯学煜，中国的植被，人民教育出版社，1960。

[12] 侯学煜，植被分区的概念和理论基础，植物学报，1961，9(3—4)。

[13] Блюментал И.Х., К вопросу о классификации степей, В Кн: Акад. В.Н. Сукачеву К 75 летию со дня рождения, изд. Ан. СССР. М.Л. 1956.

[14] Быков Б.А., Доминанты растительного покрова Советского Союза, Том.1. Алмаата. 1960.

[15] Коровин. Е.П., Растительность Средней Азии и южного Казахстана, M. Ташкент, 1935.

[16] 库里齐阿费夫 И.И.(张 绅、祝廷成译)，西天山高山植物的生态学特点，科学出版社，1958。

[17] Лавренко Е.М., Степь СССР. Изд. АН. СССР. М, Л.1940.

[18] Лавренко Е.М., Стеци и Сельскохозяиственные Вемли на месте стеней, в кн.: Растительной покровов СССР, I, М. Л. 1956.

[19] Попов В. Г., Растительный Покров Казахстана. Тр. Каз. Фил. Ан. СССР. 18. 1940.

[20] Рубнов Н. И., О типах растительности Тяаншаня, Бюлл. МОИП. отд. биол. 1955, 60(5).

新疆的一年生植物及其草被

张立运　海　鹰*　夏　阳

摘　要

新疆一年生植物共有533种，占被子植物的15.5%，其中含20种以上的科依次是藜科、十字花科、禾本科、菊科、紫草科、豆科和玄参科。由其所形成的草被，组成单一，优势种明显，无层次结构分化，具有极大的脆弱性和不稳定性，属于演替过程中的先锋性植被。对其所进行的生态分类，共划分出2个草被系、2个草被群、12个群聚组和29个群聚。它们不是地带性的稳定群落，但仍具有明显的地域性分异，表现出一定的地带性痕迹，反映着一定的水热状况、基质性状，是植被区划和综合自然区划的重要参考。

一年生植物的丰富性和多样性，是新疆植物区系和生活型组成的显著特征之一。由其所形成的植物覆盖，在新疆植被的构成中也具有一定意义。它不仅是生态系统生物组分的组成者，更是生物地球化学循环的积极参与者。其时空分布，反映着环境的水热状况和理化性质，并经常与一定的人为活动和放牧强度相联系，对草场植被的动态监测具有明显的指示意义。在植被演替中，它总是各种成因裸地的早期移民，为下一阶段植物的侵入提供了可能，同时在改造、稳定和保护环境中，也起着不可替代的生态作用。它们除可作为家畜的饲草外，也是某些工业的原料和人类食物的主要来源。一些有价值的资源植物更具有开发利用的前景。因此，深入认识一年生植物及其草被的意义，在理论和生产实践上都是很有意义的。

一、一年生植物的丰富性、组成及其生态类群

远离海洋，特定的地势条件，对大气环流发生深刻影响，旱化、荒漠化笼罩着新疆的大部分领土。生态环境的显著特点是：降水稀少、蒸发强烈、季节分配不均和年际间变率大；地表组成物质粗砺、松散、养分不足和具有一定的可溶性盐分。一年生植物能够适应这种严酷环境，巧妙利用有利的水分条件获得生存和繁荣。

根据中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所1975年编印的《新疆植物名录》，同时参照苏联《哈萨克斯坦植物志》(1—9卷)中有关植物生活型的资料，最后确定的新疆一年生植物区系组成隶属于41科，共533种，占新疆植物区系总数的15.1%，是本区被子植物的15.5%。其中含20种以上的科依次是藜科(108种，占新疆一年生植物的20.3%)、十字花科(64种，占12.0%)、禾本科(55种，占10.3%)、菊科(43种，占8.1%)、紫草科(32种，

*该作者工作单位：新疆师范大学地理系。

占6.0%)、豆科(23种,占4.3%)和玄参科(22种,占4.1%)。上述7科一年生植物的总数为304种,占新疆一年生植物总数的57%以上。含10—20种的科有唇形科、石竹科、蓼科、龙胆科、茄科、罂粟科、毛茛科和莎草科等8科,一年生植物总数113种,占21%强。含10种以下的科共26科,占新疆一年生植物总科数的63.4%,然而植物总数只有116种,仅占新疆一年生植物的22%。

从上述至少可以粗略地指出以下三点。

第一,新疆一年生植物隶属41科,占新疆被子植物科数的36%,在恩格勒系统中,分布于从蓼科至灯芯草科各科中,包括双子叶植物和单子叶植物,具有跨度大和多样性显著的特点。

第二,一年生植物的总数占新疆被子植物的15.5%,即每6.5种被子植物中即有一种为一年生植物。这一比例数字虽然不是很大,但仍能表现出它的一定丰富性特点来。在某些地段,这一特点则表现得更加明显些。如在塔里木盆地北缘植被生活型的组成中,一年生植物占22.5%[1];在塔里木河中游占32%[2];在阜康荒漠生态站及其毗邻地区是44.3%[3];在属于古尔班通古特沙漠一部分的莫索湾沙区中更高达57.8%[4]。

第三,新疆一年生植物区系组成中的优势科,与新疆植物区系组成中的大科基本相一致,说明一年生植物在这些大科的组成中起着很大作用。其中藜科中的一年生植物种类最丰富,占该科植物总数的67.1%,从这一点出发,似乎可以得出现在生存于新疆的藜科植物,既有古老性的一面,也有年轻性一面的结论。现在的生态环境条件,对于藜科植物,特别是对于它的某些属来说,可能仍有利于它们的分化和扩展,并且正处在一个相对发展和繁荣的时期。

关于植物生态类群的确定,这不是一件轻而易举的事情,因为它必须建立在大量的生理—生态学研究的基础上,这项工作目前在我国还开展得很少。本文对新疆一年生植物生态类群的划分,只能参考国内外前人的资料,并根据笔者的经验,比较初步地确定。

根据植物与水的关系,可把新疆的一年生植物划分为四个基本生态类群。

旱生植物。它们是干旱生境的植物,主要分布在与草原和荒漠植被相联系的生境中。盐生草(*Halogeton glomeratus*)、对叶盐蓬(*Girgensohnia oppositiflora*)、倒披针叶虫实(*Corispermum lehmannianum*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)、对节刺(*Horaninowia ulicina*)、沙蓬(*Agriophyllum squarrosum*)、刺沙蓬(*Salsola ruthenica*)和密枝猪毛菜(*S. implicata*)等藜科植物即其代表。

中生植物。它们是生长在中等湿度条件下的植物,主要分布在中生植被或与其相联系的生境中。这类植物的代表有密花香薷(*Elsholtzia densa*)、早熟禾(*Poa annua*)、播娘蒿(*Descurainia sophia*)、扁蓄(*Polygonum aviculare*)、齿稃草(*Schismus arabicus*)、抱茎独行菜(*Lepidium perfoliatum*)、沙生千里光(*Senecio subdentatus*)和荩草(*Arthraxon hispidus*)等。

湿生植物。这类植物生长在过度潮湿的环境,主要分布在水体岸边、林下湿地和草甸沼泽中。看麦娘(*Alopecuroides aequalis*)、细秆藨草(*Scirpus setaceus*)、仰卧藨草(*S. supinus*)、褐穗莎草(*Cyperus fuscus*)、紫穗莎草(*C. glomeratus*)和白药谷精草(*Eriocaulon siebdianum*)等属于此类植物之列。

水生植物不多,茨藻科的茨藻(*Najas marina*)和小茨藻(*N. minor*)可作为这类植物

的代表。

根据营养周期的长短可划分两类。

一年生短营养期植物。这类植物以能顺利逃避干旱胁迫、巧妙适应干旱环境中短期存在的有利水分条件和生活周期短为特点。其代表植物有丝叶芥(*Leptaleum filifolium*)、东方旱麦草(*Eremopyron orientale*)、小车前(*Plantago minuta*)、小花荆芥(*Nepeta micrantha*)、速生黄芪(*Astragalus arpilobus*)、沙胶草(*Chrosophora sabulosa*)、葫芦巴(*Trigonella arcuata*)和荒漠庭荠(*Alyssum desertorum*)等。

一年生长营养期植物。它与前者的区别在于生活周期较长。盐生草、白茎盐生草(*Halogeton arachnoideus*)、叉毛蓬(*Peterosmonia sibirica*)、浆果猪毛菜(*Salsola foliosa*)、盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)、肉叶雾冰藜(*Bassia sedoides*)和鞑靼滨藜(*Atriplex tatarica*)等是这类植物的部分代表。

按植物与基质的关系，划分出的生态类群也有四类。

沙性土植物——螺喙荠(*Spirorhynchus sabulosus*)、沙生大戟(*Euphorbia turczaninovii*)、沙胶草、速生黄芪、早熟猪毛菜(*Salsola praecox*)、密枝猪毛菜、对节刺和小糖芥(*Erysimum sisymbrioides*)等。

盐化土植物——盐角草(*Salicornia europaea*)、盐地碱蓬、角果碱蓬(*Suaeda corniculata*)、粗枝猪毛菜(*Salsola subcrass*)和短柱猪毛菜(*S. lanata*)等。

中性土植物——扁蓄、旱雀麦(*Bromus desertorum*)、角果毛茛(*Ceratocephalus orthoceras*)、小画眉草(*Eragrostis minor*)、蝎尾菊(*Koelpinia linearis*)和小侧金盏花(*Adonis parviflora*)等。

碱化土植物——浆果猪毛菜等。

此外，按土壤营养成分还可以划分出喜氮植物；按地形可分出山地植物和平原植物等生态类群。

上述可见，在新疆，一年生植物不仅具有丰富性的特点，对环境的适应也表现出很大的多样性特点。

二、一年生植物的群落学意义、群聚现象及其生态分类

新疆一年生植物的丰富性及其组成的多样性，不仅在植物区系组成中颇为重要，在植被构成中也具有一定意义。

第一，它是许多植物群落的伴生成分，在荒漠植被中更加繁荣。

笔者在莫索湾沙区的白梭梭群落中共记录到高等植物 34 种，其中一年生植物 25 种，占全部组成植物的 73.5%；在梭梭群落中有高等植物 31 种，其中一年生植物 22 种，占全部植物的 71%。显而易见，一年生植物是这些群落种群的重要组成。在草原、灌丛、盐化草甸和盐生荒漠中也有不少一年生植物成分，只不过在数量上远不如荒漠植物群落为多而已。

第二，它是许多荒漠植物群落结构的组成部分。

春季，在北疆的蒿类、梭梭、琵琶柴、木地肤和小蓬等荒漠群落中，一年生短营养期植物大量滋生，经常与某些多年生短营养期植物共同形成层片，参与荒漠植物群落的建造，

成为北疆荒漠有别于我国其它荒漠的一个重要群落学特征。夏秋季，上述群落中的短营养期植物层片消失或被一年生长营养期植物层片所取代。在南疆，由于春旱为其生态环境的基本特征之一，一年生短营养期植物缺乏，与夏秋季较多的降水相适应，一年生长营养期植物得到繁荣，经常在琵琶柴、合头草、驼绒藜、塔里木沙拐枣和膜果麻黄等群落中形成明显的层片。另外，在生境稍干旱的芨芨草群落和某些柽柳灌丛中，一年生长营养期植物有时也能形成层片，不过其群落学作用远不如在上述群落中重要。在草原群落中，从草甸草原到荒漠草原，无论是一年生短营养期植物或是长营养期植物都有增加的趋向，但一般不形成繁荣的层片，或层片的作用不显著。

第三，在某些荒漠植物群落地上植物量的构成中起着重要作用。

据 1981 年 5 月上旬在莫索湾沙区对梭梭群落地上绿色植物量的实际测定，每公顷产饲用风干草 580.5 公斤，其中一年生植物 499.5 公斤，占 85.9%；白梭梭群落每公顷产风干草 211.5 公斤，其中一年生植物 168 公斤，占 79.4%。在塔城谷地春季蒿类荒漠当年生的地上产量中可占 40%(含少量多年生短营养期植物)[5]。

第四，在植被演替中具有先锋植物的意义。

据观察，一年生植物总是各种成因裸地的早期侵占者。如在北疆的流动半流动沙丘上，一般年份很少有植物在这类严酷的生境上定居。冬春雨雪水较多的年份，少数一年生短营养期植物则能成片占据这块原始裸地，成为它的第一批移民。它的存在不仅有降低近地面风速、保护沙丘免于再次或继续移动的作用，而且也给其它植物的定居创造了必要条件。在塔城、伊犁和天山北坡的蒿类荒漠上，由于过度放牧或开垦后弃耕撂荒，角果藜和叉毛蓬等一年生植物总是最早占据这些无植被的地段。它们的出现，既是人类活动破坏植被的产物，同时也是植被恢复和演替的早期先锋植物阶段。

除此之外，在某些特定地段，一年生植物还能群集生长，形成具有一定优势种组成和生态外貌特征的植物覆盖。这种植被现象的特点是：种类组成单一或贫乏，优势种明显；所有种群和个体大致占据着相同的营养空间，彼此间无明显的互惠关系；层次层片结构、成员型及群落学作用分化不明显；个体年龄级大体一致，成熟个体的死亡消失，对新个体的出现或幼年个体的增大并不创造必要条件；植被演替速度快，且种群更换并不是建立在成年个体消亡、幼年个体增大、新个体出现，使种群数量保持在一个相对平衡的基础上，而是完全依靠新个体的大量重新出现得以实现，且在各种裸地的植被演替过程中处于先锋植物演替阶段[8]。显而易见，由一年生植物所形成的植物覆盖，是一种不稳定的植被。本文把这种植被称之为植物群聚。

这样的植物群聚，在新疆多种多样，分布广泛。它们有各自的优势种组成、发生学特点、生境特征、外貌和生长发育节律等生态生物学特性，这也是对它们进行生态分类的基础。本文对新疆一年生草被的分类拟采用四级分类系统。各级分类单位的名称和依据是：

"系"是新疆一年生草被分类的高级单位，主要依据发生学特征一致性的原则，可把新疆的一年生草被划分为两个系，即一年生自然草被系和一年生人工草被系。

"群"是系下的次级分类单位，主要依优势种生长发育节律，即营养周期的长短进行划分。

"组"是具有大致相同生境特征的若干植物群聚的联合。人工草被则考虑其用途或经济意义一致性的特点。

"群聚"具有相同的优势种组成，在生境条件和生态外貌上也相一致的具体植物覆盖。是一年生草被最基本的生态分类单位。

附：新疆一年生草被分类系统

Ⅰ. 一年生自然草被系

一、短营养期草被群

(一) 沙性土植物群聚组

1. 东方旱麦草群聚
2. 沙生千里光群聚
3. 抱茎独行菜群聚
4. 速生黄芪群聚
5. 长喙牻牛儿苗群聚
6. 螺喙荠群聚
7. 扭果芥、四齿芥群聚
8. 小车前群聚

(二) 中性(弱碱性)土植物群聚组

1. 旱雀麦群聚
2. 荒漠庭荠群聚
3. 丝叶芥群聚
4. 角果毛茛群聚
5. 离子草、马康草群聚

二、长营养期草被群

(一) 沙砾质、沙性土植物群聚组

1. 盐生草群聚
2. 白茎盐生草群聚
3. 角果藜群聚
4. 雾冰藜群聚
5. 刺沙蓬群聚
6. 钠猪毛菜群聚
7. 密枝猪毛菜群聚

(二) 中性(弱碱性)土植物群聚组

1. 播娘蒿群聚
2. 雀麦群聚
3. 燕麦群聚
4. 密花香薷群聚

(三) 盐化、碱化土植物群聚组

1. 猪毛菜(短柱、粗枝、浆果等猪毛菜)群聚
2. 碱蓬(尖刺、盐地碱蓬等)群聚
3. 盐角草群聚
4. 鞑靼滨藜群聚

5. 叉毛蓬群聚

Ⅱ. 一年生人工草被系

（一）蔬菜植物群聚组

（二）油料作物群聚组

（三）粮食作物群聚组

（四）饲草作物群聚组

（五）肥料作物群聚组

（六）技术作物群聚组

（七）观赏植物群聚组

三、一年生植物及其草被的时空分布规律

综上述，新疆的一年生植物及其草被，无论在时间上或空间分布上都表现出一定特点。

1. 时间分布上的特点

一年生短营养期植物及其所形成的草被，主要出现于春季。但在有效水分适宜的年份，秋季也能发生，只是秋季的一年生短营养期植物，无论在种类成分的丰富度、分布的广泛性、覆盖程度、景观作用、群落学意义和物质积累等方面均不如春季，有的只能开花，但不能达到果实成熟。它在时间上的这种分布现象，完全制约于当地年降水的季节分配特点及其有效性。至于年际间的变化，则依每年冬雪春雨的多少及其有效程度而定。笔者在莫索湾的研究发现，若以冬春降水量超过历年同期降水平均值作为一年生短营养期植物生长发育繁荣年份的话，那么不繁荣的年份则居多。但是，有的年份，由于冬雪不多，春雨又到来较迟，虽然降水量超过平均值，但一年生短营养期植物也不出现繁荣的景象。

一年生长营养期植物则主要出现于夏秋季，其萌发的早晚与夏季第一次降雨相联系。这是因为在大多数情况下，夏秋季不多的降水仅能润湿土壤的表层，对深根系植物的生态作用不显著，但对许多一年生浅根系植物的生长和分布却具有很大意义。刘华训在一篇文章中描述这种现象时写到："广大的砾质荒漠上，在降雨季节来临之前，几乎是完全光裸的，但在5月的初雨之后，砾质荒漠上即出现大量的、成片的一年生植物（盐生草、白茎盐生草和猪毛菜）的幼苗"[6]，即是对一年生长营养期植物的出现和繁荣景象完全依靠夏秋季降水的一个极好说明。

2. 空间分布上的特点

一年生植物及其草被的空间分布特点可以从下述几点加以说明。

第一，一年生短营养期植物及其所形成的草被，主要分布于北疆。由于西部降水多于东部，气候状况更接近于中亚和哈萨克斯坦，所以北疆西部的一年生短营养期植物及其草被较东部更繁荣些。南疆由于春旱，一年生短营养期植物缺乏。近年来在昆仑山外部山地进行考察时，偶尔也发现秋季生长的一年生短营养期植物，但无论在数量上或群落学意义上都远远不能与北疆相提并论。

一年生长营养期植物及其草被的空间分布则很广，在南北疆各地几乎都有出现。

第二，一年生短营养期植物及其草被的分布主要与沙质、砂砾质和壤土质黄土相联系，它们一般不见于粘土或粘质土龟裂地上，同时也很少分布到盐化土环境中。在古尔班通古特沙漠中，它们总是分布于流动半流动沙丘迎风坡的中下部、背风坡的坡脚、覆沙的丘间谷地和梁窝状沙丘的底部，而很少分布在有一定盐化现象的固定红柳包上。另外，在沙漠边缘地带，无论是种类的丰富度，还是草被的繁茂情况也都较内部好些[9]。

一年生长营养期植物则不然，它们既可分布于前者的生境上，也能进入前者不能进入的盐化环境和粘质土龟裂地上，有些种甚至可以生长于过湿的盐沼中。特别有趣的是某些一年生长营养期植物且表现有伴人生长的现象，更与人类活动导致土壤表层松动的环境相联系。根据这一现象，人们可减轻对公路两侧边坡的扰动，使多年生植物及某些灌木尽快生长起来，免于风蚀和冲刷，有利于公路路基的保护。

第三，在山地，一年生植物及其草被不形成垂直地带性的分布特点，但自下而上，一年生植物的数量和群落学作用则有减少和变弱的趋向。这一现象既是自然条件的客观反映，也与人类活动的强度从山下至山上不断减弱相联系。上述现象在北疆各山地表现得尤为明显。

第四，许多一年生植物的分布有一定的地域性，如角果藜、对节刺、对叶盐蓬、葫芦巴、角果毛茛、速生黄芪、沙胶草、沙生大戟、小花荆芥、尖刺荆芥、旱雀麦、沙生千里光和很多十字花科的一年生种类等，在新疆只见于北疆，而从不见于南疆。在藜科猪毛菜属中，早熟猪毛菜、钠猪毛菜、浆果猪毛菜、密枝猪毛菜、露果猪毛菜、费尔干纳猪毛菜、散枝猪毛菜和粗枝猪毛菜等仅分布于北疆，而柴达木猪毛菜、薄翅猪毛菜和长刺猪毛菜则只见于南疆。碱蓬属的一些种也有类似情况，如亚麻叶碱蓬、刺毛碱蓬、高碱蓬和肥叶碱蓬等仅分布于准噶尔盆地，并不到达塔里木盆地。

显然，一年生植物及其所形成的草被，虽然不是地带性的稳定植被，但它仍具有明显的地域性分异，并表现出一定的地带性痕迹。

四、一年生植物及其草被的经济意义

在生态系统里，植物是最活跃的生物组分之一。没有植物就没有动物和生物地球化学循环，也就没有五彩缤纷的生物圈世界。一年生植物及其草被更新周期短，演替快，廉价地固定太阳能，吸收和积累矿物营养，参与生物圈的能量和物质流通。它不仅为人类和饲养家畜提供了必需的主要食物来源，同时也是某些加工业的重要原料。一些有价值的资源植物且具有进一步开发利用的前景。

1. 人类的食物

人类生存所需要的营养，有很大一部分是直接或间接从一年生植物或其产品中获得的。如人类利用稻、谷、玉米、高粱、青稞和豆类等植物的子实或加工后的产品作为主粮；把番茄、茄子、辣椒、黄瓜、豇豆、刀豆、冬瓜、筒蒿和苋菜等植物的某些器官作为蔬菜；把甜瓜、西瓜作水果生食；将孜然、小茴香、香豆子和芫荽等植物的子实或营养体做调料。迄今为止，这些一年生植物在人类的食物结构中仍占有不可替代的作用。除此之外，在特别时

期，某些富含淀粉的一年生植物也能用来充饥填腹。

2. 家畜的饲草料

一年生植物种类丰富，所形成的草被分布广泛。在新疆草场分类中，把由一年生植物所形成的草被单独划分为一年生草本组或一年生盐生草本组。仅昌吉回族自治州和阿克苏地区即有这类草场约23万多公顷，全年理论载畜量可达7.4万多羊单位，全疆的数字则更加可观。

一年生植物草质柔软，营养丰富，家畜适口性一般较好，利用率也高。被评为优等或良等牧草的一年生植物有齿稃草、扁蓄、葫芦巴、沙蓬、旱麦草、狗尾草和小画眉草等。属于中等牧草的有角果藜、中亚滨藜、对节刺、碱地肤、灰藜、舟果芥、猪毛菜和短柱猪毛菜等。

另外，一年生农作物的子实可做精料，藁秆也可青贮或加工成型饲料用来饲喂家畜。可见一年生植物及其草被在新疆的畜牧业生产中也具有一定意义。

3. 某些加工工业的原料

现已知下列一年生植物可作为某些加工工业的原料。

棉纺编织工业原料——棉花、大麻、苘麻等；

榨油工业原料——棉花(籽)、大豆、油菜(籽)、胡麻、油葵、蓖麻、花生、红花等；

制烟工业——烟叶；

制碱——一些多汁盐柴类植物；

酿酒——玉米、高粱、稻等；

豆制品加工——黄豆等。

4. 人畜中草药

用作防病治病的中草药很多，如盐角草在苏联民间用来治坏血症和利尿；用猪毛菜防治由寄生蠕虫所引起的某些家畜病症[7]。在我国也有用猪毛菜治高血压病的。另外，牵牛、马齿苋、王不留行、蒺藜、苍耳、小茴香、扁蓄、地肤等一年生植物也是传统中药材或中草药的原植物，在医药部门和民间广为使用。

5. 盐碱土改良剂

某些一年生多汁盐柴类植物，能适应高矿化度地下水和土壤中富含可溶性盐分的生态环境，植物体吸收并积累大量盐分。根据这一生态生物学特点，人们可在潮湿盐碱土上大量种植一年生多汁盐柴类植物，每年适时收割清除，将盐分带至它处，以达到改良土壤的目的。除此之外，还可把收割的一年生盐柴类植物进行青贮，或干燥后制作各种成型饲料，也可用来烧制土碱。

6. 观赏绿化植物

一年生植物中，有的花期早、花冠漂亮；有的体态很美，具有一定的观赏、美化和绿化环境的价值。新疆人民喜欢栽培锦葵、罂粟、波斯菊和步步高等一年生花卉来美化生活环

境。地肤多分枝，体态呈椭圆型，夏季呈绿—淡绿色，深秋季枝叶变成紫红色调，耐霜冻，叶子干后多日不落，在公园、路旁和花圃中也广为栽种。一年生短营养期植物沙生千里光，萌发早，叶片鲜绿，花冠黄色，5月中旬即可开花。引种栽培这类野生花卉植物，对改善荒漠地区缺乏早春陆地花卉的现象具有一定的意义。

除此之外，随着科学进步，一年生植物中将会发现更多有价值的基因和资源植物，开发利用前景广阔，是社会发展不可忽视的一类再生植物资源。

参 考 文 献

[1] 潘晓玲等，塔里木盆地北缘植被生活型组成分析，干旱区研究，1989，6(4)。

[2] 黄培祐，塔里木河中游植物生活型的特点，新疆大学学报(自然版)，1984，(1)。

[3] 张立运等，阜康荒漠生态站及其毗邻地区的植被，干旱区研究，1990，7，增刊。

[4] 张立运，新疆莫索湾沙区的草场植被及其评价，新疆地理，1984，7(3)。

[5] 张立运，新疆天然草场上的短命与类短命植物及其饲用评价，中国草原，1983，(2)。

[6] 刘华训，塔里木盆地西南部的植被，治沙研究，第四号，科学出版社，1962。

[7] Кубанская З.В., солянковые пустыни казахстана Изд. «наука» казахской ccp.1980.

[8] 张立运、海鹰等，铁厂沟—芦草沟地区的草场植被，草地与饲料，1989，(2)。

[9] 张立运，新疆莫索湾地区短命植物的初步研究，植物生态学与地植物学丛刊，1985，9(3)。

试论西藏阿里高原植被分布规律*

刘 速

摘 要

阿里高原地处青藏高原西北，是青藏高原平均海拔最高的地区，由于该地区所处的特殊的地理位置，使得影响植被分布的水热条件表现出南温北寒、东干西旱的分布格局，从而使该地区的植被分布表现为由南向北、由东向西的高原水平地带分布规律，而处于不同经、纬度的山地植被也表现出南北有别、东西不同的垂直分布规律。

阿里高原地处青藏高原西北，是青藏高原上平均海拔最高的地区，有"世界屋脊的屋脊"之称。由于高寒缺氧的自然条件和交通不便，使人们对于该地区的植被分布规律未能有一个较为全面的认识。关于整个青藏高原的植被研究近年来有过一些报道，许多学者也从不同的角度对整个青藏高原的植被分布规律及特点进行了探讨[1,3-5]，进一步提出了青藏高原植被的"高原地带性分布规律"[2]，将整个青藏高原的植被研究推入了新阶段。然而阿里高原这一相对独立的自然地理区域的植被分布规律又是怎样的呢？随着近年来对阿里高原及昆仑山的考察，对青藏高原西部这一地区的植被分布规律有了更清楚的认识，研究、探讨阿里高原的植被分布规律，对于进一步认清青藏高原植被分布规律，进行植被分区和综合自然区划，合理利用植物资源，进行区域综合开发，发展农牧业生产有重要意义。

阿里高原北临宽厚雄伟的昆仑山，南面是巍峨的喜马拉雅山，西面是喀喇昆仑山和西喜马拉雅山，东面有宽广的羌塘高原，其特殊的地理位置、地貌形态及气候特点必然影响到该地区的植被分布，使之成为一个特殊的自然地理区域。

一、影响阿里植被分布的主要因素

众多研究已证明，青藏高原的隆起，改变了大气环流，形成了特有的高原地貌及气候，决定了高原植被的分布特点。

地貌：阿里高原上由南向北排列着西喜马拉雅山、冈底斯山、喀喇昆仑山和昆仑山四条巨大的山脉，其山脊的平均高度均在海拔 6 000 米左右。在四条山脉之间夹有海拔相对较低的裂谷槽和湖盆群，构成了阿里高原地貌的基本格局。南部的西喜马拉雅山脉的山脊平均海拔高度均在 6 000 米以上，其主峰纳木那尼峰高达 7 728 米，是阻挡南面印度洋暖湿气流的天然屏障，使得山地的东北坡上发育着灌丛草原或草原化灌丛，与南坡热带雨

---

* 文中插图由张慧芝同志绘制，在此表示感谢。

林呈鲜明的对比[2,3]；冈底斯山脉横贯高原中部，山势高大、魁伟，成为藏北高原与藏南谷地的自然分界线。冈底斯山的支脉昂仁岗日山西起班公山，东到措勤，平均海拔 5 600 米以上，它与冈底斯山一起再次阻挡了东南方向微弱的暖湿气流，使之成为了由灌丛草原向草原过渡的地段。雄居于阿里高原西部的喀喇昆仑山，西高东低，在西边的山峰多在 6 000 米以上，发育有巨大的现代冰川，向东渐渐成为藏北高原上的一些孤立山峰；昆仑山是阿里高原北缘的一条巨大山脉，其山脊的平均海拔均超过 6 000 米，在它的南坡以及与喀喇昆仑山之间的高原面上，由于气候高寒和极端干旱，植被极为稀疏，是典型的高寒荒漠。

气候：由于距海较远，又有喜马拉雅等巨大山系的重重阻挡，使海洋的暖湿气流不易到达阿里高原，整个阿里高原的气候干燥、气温变化大，具有大陆性特点，同时还具有气温低、空气稀薄、降水稀少、太阳辐射强的高原特点。整个阿里高原冬半年在西风气流控制之下，冬季漫长、气候寒冷、干燥、风频。夏半年则受到印度洋季风的微弱影响，有一定的降水。由于地形影响和经纬度的关系，使水、热这两个影响植物生长的主要因子在阿里高原分配不均。降水表现为由东南向西北逐渐减少的趋势，如自东向西的班戈、申扎、改则、狮泉河、噶尔的年均降水量为 301.2 毫米、290.9 毫米、189.6 毫米、73.4 毫米和 60.4 毫米；自南向北的普兰、狮泉河、善和、5333 高地、天文点、甜水海的年均降水量分别为 170.9 毫米、73.4 毫米、53.8 毫米、51 毫米、42.8 毫米、20.6 毫米。热量表现出由西南向东北逐渐递减的趋势，如年均温在西南部的普兰为 3.1℃、西部的狮泉河为 0.1℃，东部的改则为 -0.2℃，北部昆仑山南坡约在 -5℃左右。

阿里高原的这种水热条件的差异，引起了该地区植被水平和垂直分布的差异。

二、阿里高原植被的水平地带性

由于阿里高原的气候是由东南向西北渐趋干燥的，地形是由南向北渐渐升高的，从而使主导植被分布的水热因子表现为由南向北、由东向西由低到高的递变规律，引起了该地区植被由东向西、由南向北由低到高的规律性变化。

1. 植被由东向西的经度地带性变化

沿北纬 32°20′ 对阿里高原的地势和植被做一剖面(图 1a)，可以看出该地区植被的经度变化：阿里高原的东部是羌塘高原的中心，这里分布着以紫花针茅(*Stipa purpurea*)为优势种的高寒草原，随着大气降水由东向西的逐渐减少，使植被类型相应改变，到西部已成为以驼绒藜(*Ceratoides latens*)为优势的温性荒漠了。在紫花针茅草原中，亦可看出这种经度上的差异，在东部的高原面上，紫花针茅群落中出现了许多旱中生植物种类，如垫状点地梅(*Androsace tapete*)、二裂叶委陵菜(*Potentilla bifurca*)等，在迎风坡上常有高山嵩草(*Kobresia pygmaea*)大量侵入，成为草甸化草原。而且在该地带的山地植被的垂直带谱中有以高山嵩草为优势种的高寒草甸带，反映这一地带的气候较为湿润。而向西到了改则盆地以西的高原面上，紫花针茅群落中的旱中生杂类草则明显减少，并且在湖盆边缘出现了强旱生的沙生针茅(*Stipa glareosa*)群落，高寒草甸带也在山地垂直带谱中消失。在更西的狮泉河流域、班公湖流域，紫花针茅群落的分布面积显著减少，在洪积扇上代之出现的是更加耐旱的羽柱针茅(*Stipa basiplumosa*)和沙生针茅群落，而在干燥的谷地中

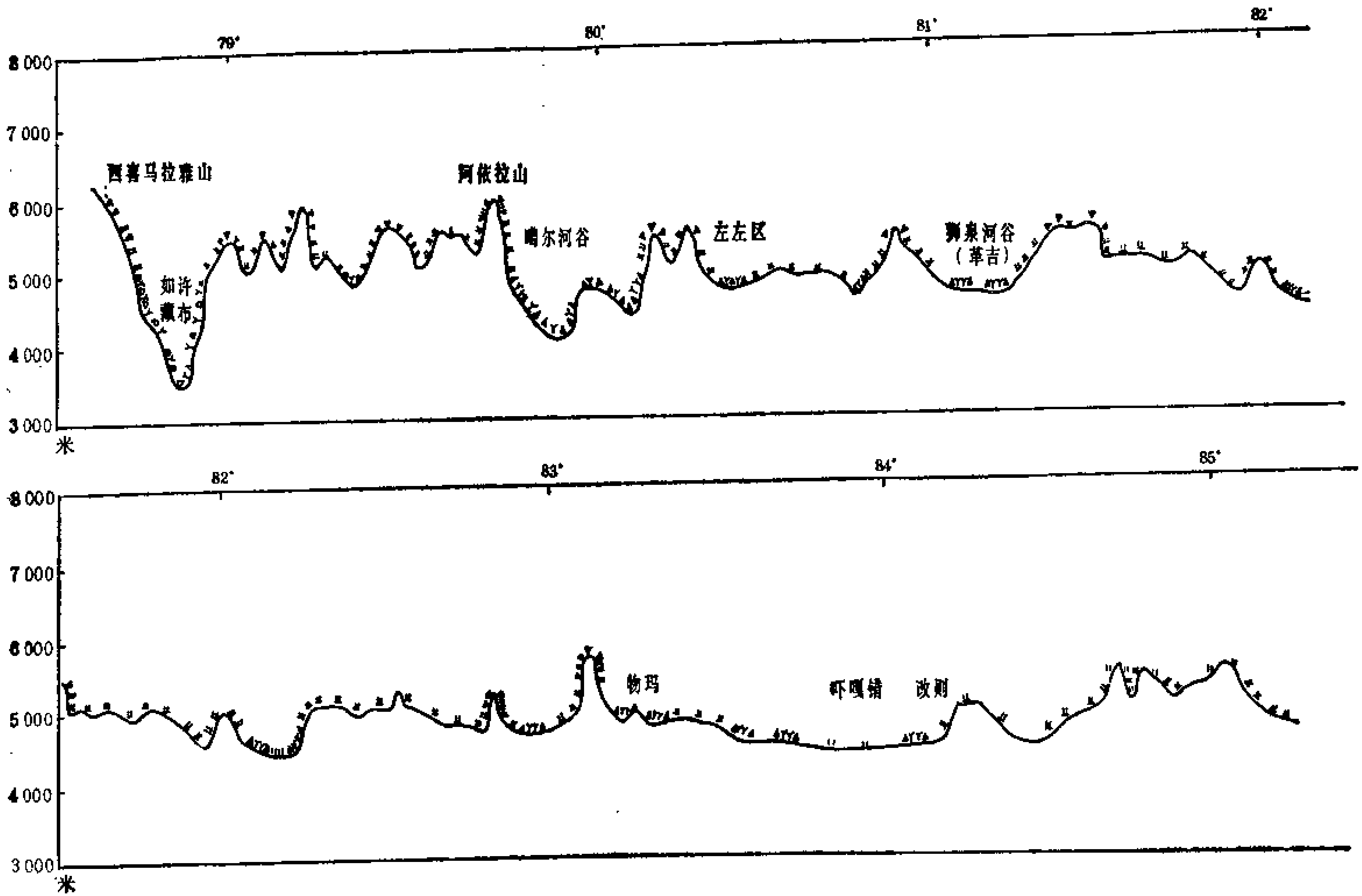


图 1a 西藏阿里高原东西向植被剖面示意图(北纬 32°20′)

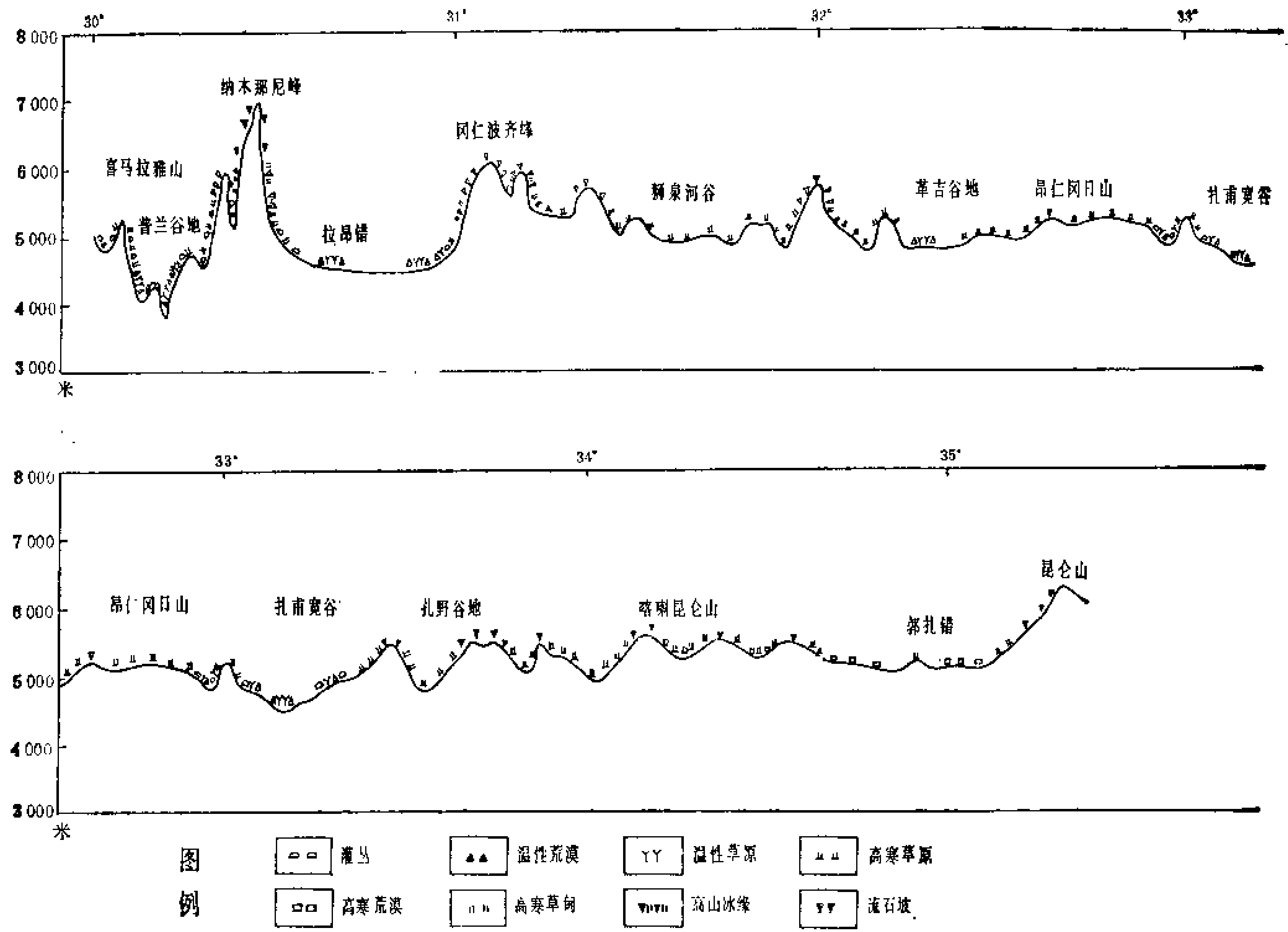


图 1b 西藏阿里高原南北向植被剖面示意图(东经 81°15′)

则出现了以超旱生的驼绒藜为代表的温性荒漠类型。阿里高原植被的这种经向地带性规律，在更北部的喀喇昆仑山与昆仑山之间的高原面上表现得更加明显。在美马错以东广泛分布着以紫花针茅为主的高寒草原，其山地植被是青藏苔草群落，而在美马错以西的高原面上，则出现了大面积的以垫状驼绒藜(*Ceratoides compacta*)为主的高寒荒漠或是有青藏苔草(*Carex moorcroftii*)参加的高寒荒漠化草原或高寒草原化荒漠，其山地上是以青藏苔草为主的高寒草原。再向西的阿克赛钦流域则仅在山麓及山坡上有稀疏的垫状驼绒藜分布，长达数百公里的地段几乎没有植物生长，表现出极为干旱、寒冷的高原气候特点。

2. 植被由南向北的纬向地带性变化

阿里高原水热条件的纬向变化因受地形的影响表现得更加复杂而明显，因此影响植被纬向地带性分布的主要因素除太阳辐射的差异外，还有喜马拉雅山、冈底斯山、喀喇昆仑山、昆仑山诸大山系对气流、降水的影响。正是在这种因素影响下，阿里高原植被的纬向地带性规律十分明显，沿东经 81°15′ 对阿里高原的地势及植被做一剖面(图 1b)，可以明显地看出这种地带性分异：从喜马拉雅山北坡至冈底斯山南坡及马泉河河谷及玛旁雍错(神湖)、拉昂错(鬼湖)盆地，其地带性植被为灌丛草原或草原化灌丛，主要植物种类是变色锦鸡儿(*Caragana versicolor*)、沙生针茅。而在冈底斯山北坡到喀喇昆仑山以南的广大地区则是以紫花针茅、青藏苔草为主的高寒草原类型，变色锦鸡儿灌丛仅仅分布在局部山地之上。在喀喇昆仑山与昆仑山之间的高原面上则分布着以垫状驼绒藜为优势的高寒荒漠。

此外，在阿里高原的西部因受沿狮泉河谷、象泉河谷而上的南亚干热气流的影响及谷地增温作用，使象泉河、狮泉河及班公湖流域发育有以驼绒藜为优势的温性荒漠，更加丰富了阿里高原的植被类型。

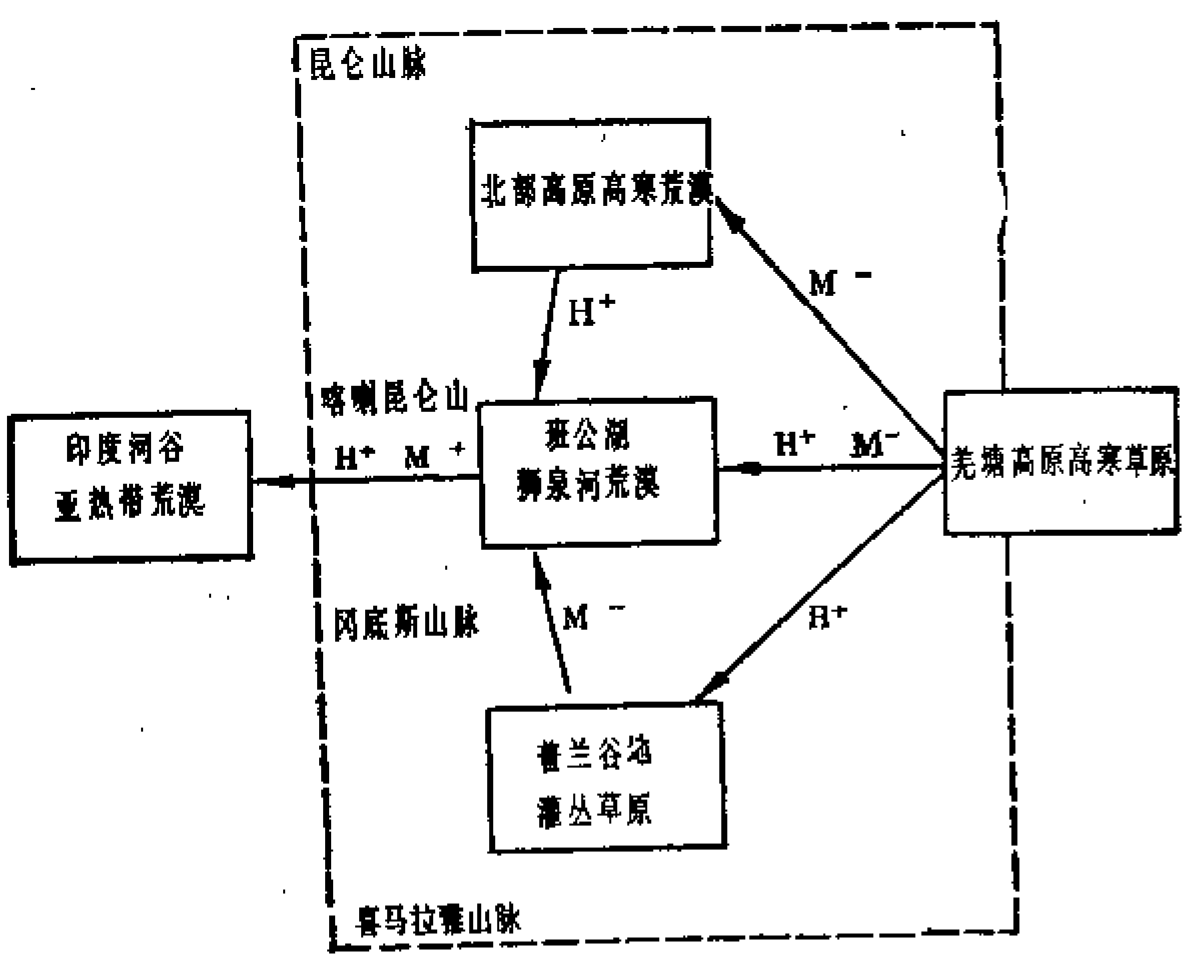


图 2 西藏阿里高原植被地带性图式

H 热量，M 湿度，＋增加，－减少

通过对阿里高原植被的这种东—西、南—北的水平变化规律的分析，可以看出阿里高原的植被分异是由大气因素和地形因素共同作用的结果(见图2)。

三、阿里高原植被的垂直地带性

由于阿里高原的植被分布表现出从南到北、从东到西的水平地带差异，也使处于不同地带的山地垂直分布产生相应的差异，其垂直带的基带植被由东部的高寒草原到西部的温性荒漠，从南部荒漠化灌丛草原到北部的高寒荒漠，现由南向北分别对各山地植被的垂直分异规律进行论述和比较。

在阿里高原西南部的西喜马拉雅山脉的纳木那尼峰(图3a)的植被垂直结构表现为：从3 700米至4 100米为山地荒漠化灌丛草原带，主要植物种类为变色锦鸡儿、沙生针茅、驼绒藜。在海拔4 100米至4 600米则分布着以沙生针茅为主的山地荒漠化草原，并有变色锦鸡儿分布其间。在海拔4 600米至5 000米处则是山地灌丛草原带，主要种类是紫花针茅和变色锦鸡儿。而在5 000—5 500米的山坡上则有片状分布的高寒草甸，主要优势种为高山嵩草，这也是阿里西部唯一有高寒草甸发育的山地。

在冈底斯山主峰——冈仁波齐峰(图3b)的山地垂直带谱则表现为：在海拔4 600—4 700米的洪积扇和山麓地带，发育着以沙生针茅为主的荒漠化草原，局部地方有变色锦鸡儿灌丛分布。在海拔4 700—5 000米的山坡上则是以变色锦鸡儿为建群种的山地灌丛草原，草本植物有青藏苔草、紫花针茅、沙生针茅、弱小火绒草(*Leontopodium pusillum*)、藓状雪灵芝(*Arenaria bryophylla*)等。海拔5 000—5 400米则是高山冰缘植被，有藓状雪灵芝等高山垫状植物生长。海拔5 400米以上则很少有植物生长。

而在与冈仁波齐峰纬度相似的阿里高原东部的冈底斯山支脉——下岗江雪山(图3e)的垂直带结构则又表现为另一景观，在海拔4 700米到5 100米的洪积扇及山麓地带为高寒草原或高寒草甸草原，优势种是紫花针茅，高山嵩草是常见的伴生种类。在海拔5 100—5 500米之间则分布着以高山嵩草为优势种的高寒草甸带，在阴坡处还有小叶金露梅(*Potentilla parvifolia*)灌丛分布其间。在海拔5 500—5 700米之间则发育有高山冰缘植被，5 700米以上为冰雪带或亚冰雪带。

位于札达县的阿依拉山(图3c)的植被垂直分异表现为：在海拔3 700—4 500米处是以沙生针茅为主的荒漠化草原，混生有驼绒藜、灌木亚菊(*Ajania fruticulosa*)等小半灌木。在海拔4 500—4 900米的山坡之上是以变色锦鸡儿和紫花针茅为主的山地灌丛草原。4 900—5 200米为高山稀疏植被带，在地形和缓处分布有青藏苔草群落，坡度较大的地方则分布有多种垫状植物，如藓状雪灵芝、垫状点地梅等，而在石缝之中则有高山嵩草生长。在5 200米以上一般没有植物生长。

札达的什布奇是阿里海拔最低的谷地，因它地处象泉河谷，直接受到南亚干热气流的影响，因此在基带海拔2 900—3 900米处发育有非常稀疏的亚热带荒漠植被(图3f)，建群种为驼绒藜，在谷地中有鹰嘴豆(*Cicer microphyllum*)、刺山柑(*Capparis spinosa*)分布。在海拔3 900—4 600米处为草原化荒漠，优势植物为驼绒藜和沙生针茅。海拔4 600—5 100米处，分布着由变色锦鸡儿、紫花针茅为优势的山地灌丛草原。5 100—5 700米则为高山冰缘植被。

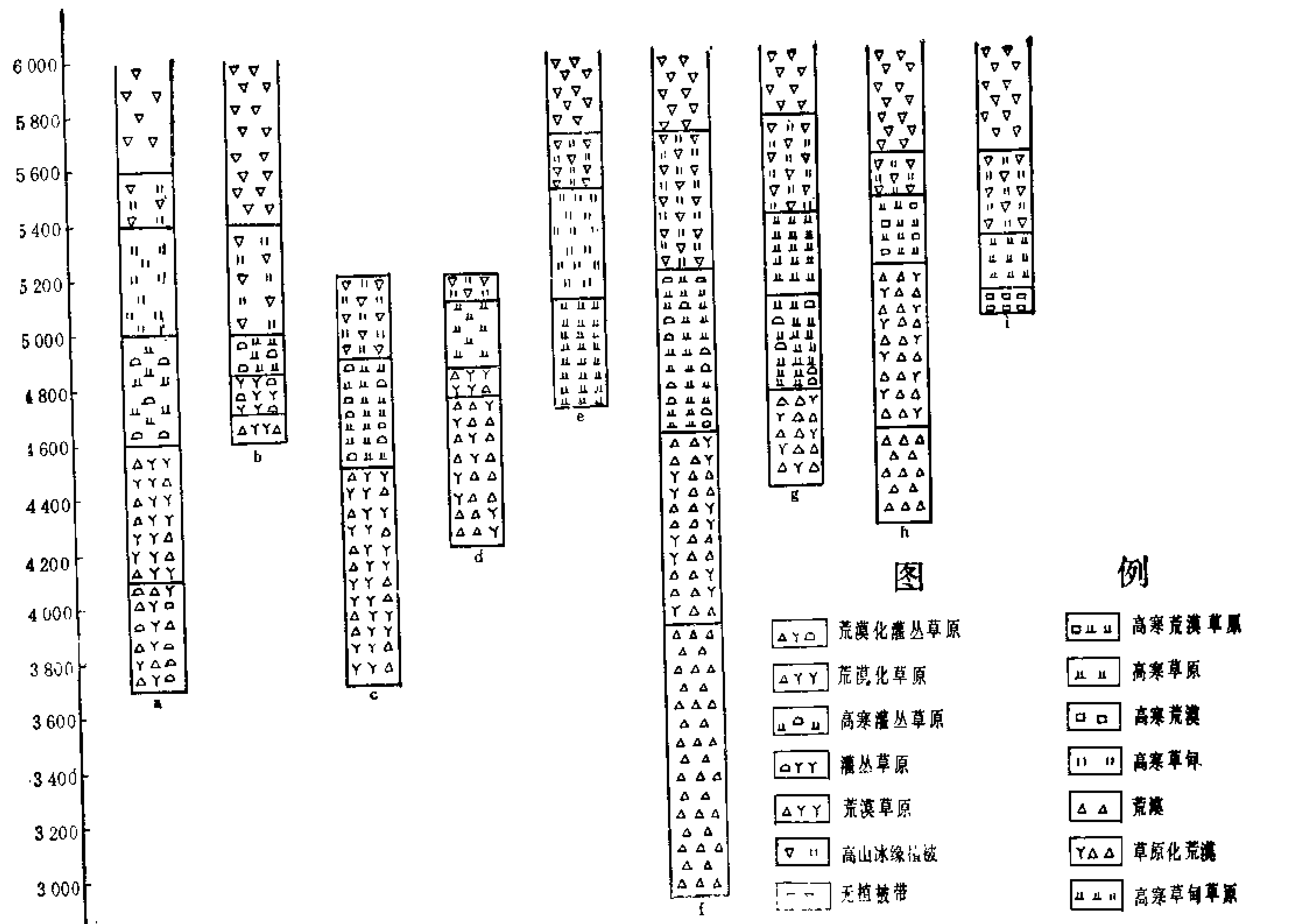


图 3 西藏阿里高原各地带植被垂直带谱

a. 纳木那尼, b. 冈仁波齐, c. 阿依拉(南坡), d. 拉达克(北坡), e. 下岗江(东坡), f. 什布奇山, g. 昂仁冈日(阿陵山), h. 羌臣摩山, i. 喀喇昆仑山

昂仁冈日山的主峰——阿陵山的垂直结构(图3g)为：在海拔4 400—4 750米的低山山麓上是以沙生针茅为主的荒漠化草原，山麓的冲沟之上则分布着变色锦鸡儿灌丛，而在洪积扇上有小片的藏沙蒿(*Artemisia wellbyi*)群落。在海拔4 750—5 000米的山坡上是以紫花针茅为优势的高寒草原，在5 000—5 400米处则是由青藏苔草、紫花针茅组成的高寒草原带。在5 400—5 750米发育有高山冰缘植被。

在噶尔县拉达克山北坡(图3d)海拔4 200—4 750米的山麓地带为荒漠或草原化荒漠，主要优势植物为灌木亚菊、驼绒藜和沙生针茅，在4 750—4 850米的山坡上发育有沙生针茅为主的荒漠草原，并且有少量的驼绒藜加入。而在海拔4 850—5 100米的地方出现了以青藏苔草、紫花针茅为优势的高寒草原带，5 100米以上则是有羊茅、紫花针茅参加的高山冰缘植被。

日土县境内班公湖北部羌巨摩山(图3h)的垂直带谱表现为：在海拔4 250—4 600米的强石质化山地上分布有驼绒藜荒漠，在洪积扇上则有灌木亚菊荒漠或高原芥(*Christolea crassifolia*)荒漠。而从4 600—5 200米的山坡上则是草原化荒漠带，以驼绒藜为建群种，伴生种类为沙生针茅、荒漠镰芒针茅(*Stipa caucasica* subsp. *desertorum*)和羽柱针茅。在5 200—5 450米是以青藏苔草、垫状驼绒藜、紫花针茅为主的高寒荒漠草原带。在5 450米以上的流石坡上分布有高山冰缘植物群聚。

在喀喇昆仑山与昆仑山之间的藏北高原上的山地垂直带谱更加简单(图3i)，在海拔5 000—5 100米的湖盆边缘分布着垫状驼绒藜荒漠，在低矮的丘陵上则有青藏苔草加入，在5 100—5 300米的山坡上则是高寒草原，优势植物是青藏苔草，伴生种类则是紫花针茅、黑苞风毛菊(*Saussurea humilis*)、鼠曲雪兔子(*Saussurea gnaphalodes*)和弱小火绒草。

参 考 文 献

[1] 张经炜、王金亭.西藏中部的植被,科学出版社,1966.
[2] 张新时.西藏植被的高原地带性,植物学报,1978,2(2).
[3] 张经炜、王金亭、陈伟烈、李勃生,试论青藏高原植被的纬向地带性,中国科学,1980,(11):1090—1098.
[4] 王金亭、李勃生、陈伟烈、张经炜,西藏高原草原植被的基本特征,植物学报,1980,22(2):161—169.
[5] 中国科学院青藏高原综合考察队,西藏植被,科学出版社,1988.
[6] 青海高原生物研究所.西藏阿里地区动植物考察报告,科学出版社,1979.
[7] 李勃生,羌塘高原美马错自然保护区的初步评价,自然资源学报,1989,4(3):281—287.
[8] 郑 度,喀喇昆仑山—西昆仑山地区的垂直自然带、环境和自然保护问题,自然资源学报,1989,4(3):254—266.

新疆麻黄植物立地条件的探讨*

刘国钧

摘　要

麻黄属植物自白垩纪晚期就已经出现，它的旱生性结构，如叶片退化成鳞片，面积缩小，变成针状或三角形，具有发达的角质层及纤维组织等，在渐新世就已基本形成，直今未发生多大变化。

麻黄植物在新疆平原及山地中占据着广大的空间，从低于海平面154米的吐鲁番到海拔4 000米以上的高山谷地中都有分布。由于跨度较大，所以植物种类也因环境的不同而发生变化。如地貌为山麓洪积扇、沙地和一些低矮的干旱石质山地，基质为沙和砾石质。土壤为含盐和石膏的棕漠土和灰漠土，其上生长的荒漠型种类有膜果麻黄、双穗麻黄、沙地麻黄，以及在洪积扇上生长的中麻黄。这些种类立地条件比较恶劣，年降雨量只有几十毫米到一百多毫米而年蒸发量达几千毫米，使得一些植物无法生活，只有耐干旱、适盐碱的旱生植物才能在此生存。在雨量较多的山区，由于腐殖质含量高，土壤多为栗钙土和黑钙土，在这类环境中生长的草原种类有单子麻黄、细子麻黄、蓝麻黄，以及高山上生长的雌雄麻黄。

上述麻黄所形成的植物群落，种类组成贫乏，在10×5平方米的样地上，最多只记载到5—10多种植物，有的群落只有2—3个种。群落结构也极简单，大多为单层结构，少数具有双层结构。造成这种状况的原因，是新疆属于大陆性气候，有许多植物不适应，因此就不能繁衍下去。

麻黄植物大部分种类都是生长在干旱少雨、土地贫瘠的环境中，因此在发展麻黄种植业时，可以考虑利用冲积平原及洪积扇中下部的荒地，只要水利条件得到保证，就可以开垦种植。

麻黄属于中药的传统药材，具有发汗、平喘、利水、祛风的作用。早在东汉时期的药书中就有记载，以后各朝代的药书中也都有大量论述。到明朝李时珍著的《本草纲目》全面地加以阐述，但是，古代使用麻黄多用原植物的根及茎枝，对于它的内含物并未涉及。

随着科学的发展，人们不但对它的外部形态进行描述、分类，而且为了摸清麻黄的药理作用，开始着手研究它的内含物。1885年，日本人山犁，首先从我国的麻黄植物中提出一种粗成分。1887年，日本学者长井长义，将其活性成分以结晶的形式提出，并定名为麻黄碱(ephedria)，这样，麻黄素就第一次作为东方传统药材，广泛应用到临床上。

目前我国麻黄素的生产除满足国内需要外，还大量出口到欧美各国。然而，麻黄资源由于长期大量采挖，采集量急骤下降，工厂原料往往得不到保证，生产受到影响。为了保护环境和满足工厂对原料的需求，对麻黄进行人工栽培或对野生麻黄群落实行补播，提高产量的任务，已迫在眉睫。在这方面，至今尚未见到有关野生麻黄生长环境的研究材料。无疑，在未大规模进行引种驯化之前，对于麻黄植物立地条件进行探讨，不仅有一定的科学意义，而且也有很大的实际意义。

* 文中插图系谭丽霞同志协助绘制，在此表示谢忱。

麻黄属植物在新疆平原和山地中占据着广大的空间。从低于海平面154米的吐鲁番盆地，到海拔4 000米以上的高山谷地中都有分布[3]。随着生长环境的改变，种内也有相应的生态变化。新疆麻黄植物的立地条件大致可分为两大类型，现详述于下。

一、荒漠类型

在荒漠立地条件中生长的麻黄有：膜果麻黄、沙地麻黄、双穗麻黄以及在山麓洪积扇上生长的中麻黄。它们是新疆荒漠植被的优势种，大面积分布于塔里木盆地、嘎顺戈壁、罗布泊低地以及北疆的准噶尔盆地等。据调查，该类型的生境异常严酷。年降水总量一般不超过150毫米，地下水位深达15—20米。地貌为山麓洪积扇、山间平地、沙丘地和一些低矮的干旱石质山地。基质为沙和砾石质。土壤为含盐和石膏的棕漠土和灰漠土。养分十分贫乏[1]。

由上述麻黄所形成的植物群落，种类组成贫乏，在10×5平方米的样地上，最多只记载到5—10种植物，有的群落只有2—3种。群落结构也极简单，大多为单层结构，少数群落具有双层结构。造成这种状况的原因是新疆地处内陆，四周有高山阻碍，海洋的湿气流无法侵入，因此形成极端干旱的大陆性气候所致。高耸的天山横亘中部，使南、北疆气候悬殊。

从气候资料中可以看出，乌鲁木齐年平均温度6.4℃，伊犁8.6℃，阿勒泰4.1℃，哈密12.5℃，吐鲁番13.7℃，和田12.4℃，若羌11.5℃。北疆年平均气温为2.5—8℃。南疆为10—12℃。一年中北疆日平均气温≥10℃的积温为2 200—4 000℃，平均持续期约130天。南疆大致介于4 000—4 500℃之间。吐鲁番盆地高达5 500℃，平均持续期约为180天。由此可知，新疆的广大地区，热量资源还是很丰富的，为麻黄生长提供了充足的热量条件。

新疆平原降水极少，南疆尤为显著。如喀什年平均降雨量为65.4毫米，和田为30.7毫米，若羌为11.5毫米，吐鲁番为16.4毫米。北疆因受北冰洋和大西洋湿润气流的影响，年降水量较南疆为多。如乌鲁木齐为249.3毫米，塔城为273.3毫米，伊犁为245.6毫米，阿勒泰为163.7毫米。北疆平原区各地年降水量大多在150—200毫米之间。南疆平原区则不足100毫米。全疆降水量从北向南减少；山地降水量随高度变化而有所不同。降水量少，大气干燥，空气相对湿度一般很低。北疆各地年平均相对湿度一般为55—67%，南疆为36—56%。

新疆各地降水量和蒸发量极不平衡。年蒸发量北疆远较南疆为低，北疆各地多在1 600—2 200毫米之间，南疆一般为2 100—3 000毫米之间，如以年蒸发量和年降水量相比，则北疆地区的蒸发量要比降水量大6—15倍，南疆则两者相差达20—30倍之多。从数据中可以看出，南疆平原的降水量极少，蒸发量极大，因而气候更加干旱[2]。

由于降水量少，日照强烈，蒸发旺盛，空气干燥，对中生植物生长不利，只有那些耐干旱、抗风沙、适盐碱的旱生植物才能得以很好地繁衍生长。麻黄植物就是在这样恶劣的环境中生长的物种。它们能在南北疆砾石质的戈壁上茁壮地成长，这是因为麻黄植物在漫长的岁月中，自身不断发生变化，形成了一系列适应恶劣环境的生态生物学特性，如麻黄的叶子退化成鳞片状，面积缩小，气孔下陷，可以减少水分的蒸发，保持自身的水分平衡；发达的纤维组织，外壁角质层的增强，这些结构都有利于加固植物体，以防狂风的吹袭

折断。

从野外挖的根系剖面来看，一株三年生的植株幼苗，高不过50—60厘米，但地下根可达2米左右，水平伸展可达1米左右。地上部分的枝条和地下根比例相差6倍。这是旱生植物生长的特点，另外根生长速度快，也有利于它对地下深层水分以及周围水分的吸收。当夏季干旱来临之前，不致于因缺水而死亡。麻黄的所有变异，都是为了适应干旱的气候条件。

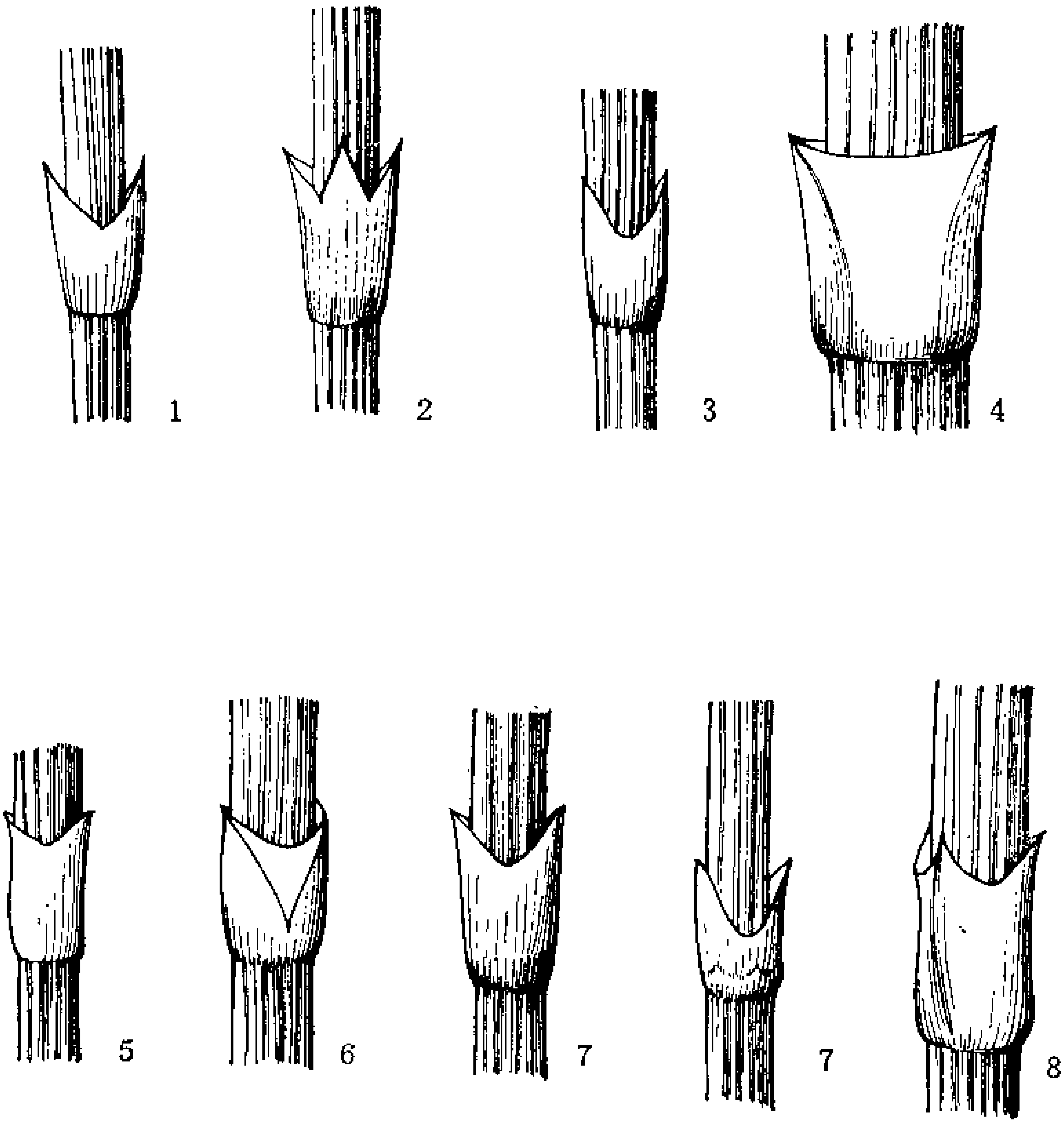


图 1 退化的鳞片状叶片

1.单子麻黄，2.膜果麻黄，3.沙地麻黄，4.蓝枝麻黄，5.双穗麻黄，6.木贼麻黄，7.细子麻黄，8.中麻黄

土壤是植物赖以生存的营养库，它对植物的生长起着决定作用，因此，土壤的优劣直接影响着麻黄的生存。据调查，平原荒漠中生长的数种麻黄，土壤多为砾质石膏棕漠土、砾质棕漠土和灰漠土。初步分析，土壤中含有大量可溶性盐和石膏晶体。有机质含量很

少，一般都不超过0.3—0.5%。以棕漠土土壤剖面为例，叙述于下：

0—2厘米：荒漠结皮，干，脆，浅灰色，下部稍棕，夹有小砾石，海绵状孔隙，有不明显的裂缝，泡沫反应强。

2—4(6)厘米：干，脆，浅红棕色，有明显的鳞片状结构，多小孔，泡沫反应强，下部有少量石膏。

4(6)—30厘米：岩石风化体，偶尔夹有红棕色土壤，砾石下有大量石膏，呈纤维状结晶。

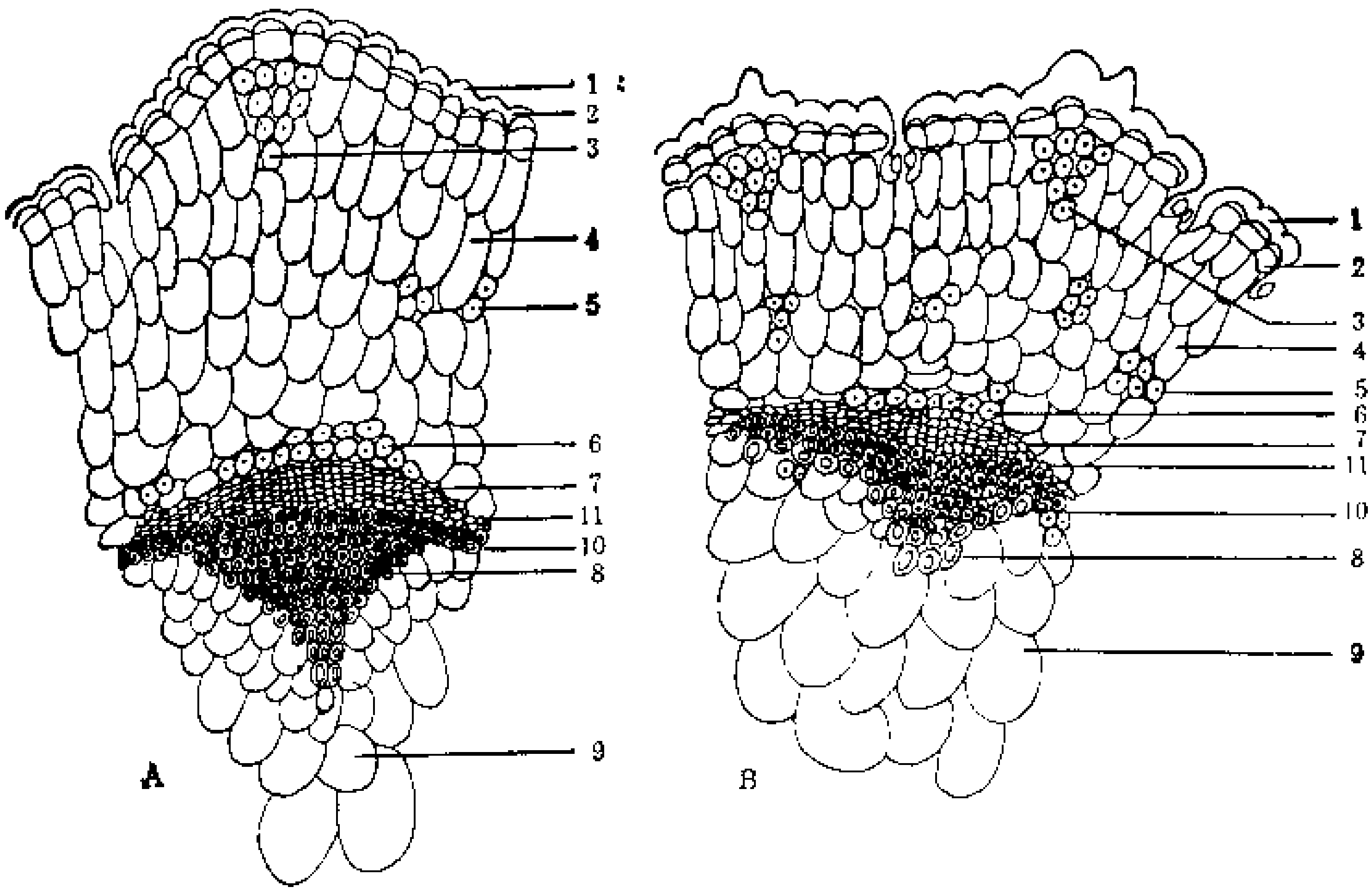


图 2 膜果麻黄(A)和细子麻黄(B)茎的横切面
1. 角质层，2. 表皮细胞，3. 下皮纤维，4. 皮层，5. 皮层纤维束，6. 中柱鞘纤维束，7. 韧皮部，8. 木质部，9. 髓，10. 环髓纤维，11. 束内形成层

从土壤剖面中可以看出来，麻黄生长的土壤条件相当恶劣，除了砾质外，就是细砂和石膏，这种土壤中含的有机质很低，对大多数植物生长不利。但麻黄植物则能在这种恶劣土壤条件下繁衍种群。

在这种环境中生长的植物也多为旱生或超旱植物，如梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、无叶假木贼(*Anabasis aphylla*)、木本猪毛菜(*Salsola arbuscula*)、木碱蓬(*Suaeda dendroides*)、霸王(*Zygophyllum furcutum*)、白刺(*Nitraria sphaerocarpa*)、灌木蓼(*Atraphaxis frutescens*)、沙拐枣(*Calligonum ebinuricum*)、泡果沙拐枣(*Calligonum junceum*)、塔里木沙拐枣(*Calligonum roborovskii*)、驼绒藜(*Ceratoides latens*)、喀什霸王(*Zygophyllum kaschgaricum*)、伊林藜(*Iljinia regelii*)、苏枸杞(*Lycium ruthenicum*)、球茎大戟(*Euphorbia rupulum*)、刚毛柽柳(*Tamarix hispida*)、多枝柽柳(*Tamarix hahenacheri*)、琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)、木旋花(*Convolvulus fruticosus*)、锦鸡儿(*Caragana dasyphylla*)、吉尔吉斯锦鸡儿(*Caragana kirgkisonum*)、准噶尔铁线莲(*Clematis soongorica*)、裸果木(*Gymnocarpus przewalskii*)等。

由于土壤贫脊、气候酷热，降水量极少，使得植物种类极端贫乏。麻黄生长地中的植物稀疏，物种单纯，在全国各省区植物中还是少有的。

二、山地草原-草甸类型

生长于这一类型的麻黄有：细于麻黄、单子麻黄、木贼麻黄以及蓝枝麻黄。它们的立地条件是夏天温和而较干燥，冬天严寒而多雪。年均温在3℃左右，降雨量为 250—350 毫米，有时也超过 350 毫米；土壤有明显的垂直分异，由下而上顺次为棕钙土、栗钙土、山地黑钙土等。在这地带中生长的植物有针茅(*Stipa capillata*)、狐茅(*Festuca sulcata*)、扁穗冰草(*Agropyron cristatum*)、冷蒿(*Artemisia frigida*)、多裂委陵菜(*Potentilla multifida*)、糙苏(*Phlomis oreophila*)、无芒雀麦(*Bromus inermis*)、锦鸡儿(*Caragana dasyphylla*)、全叶青兰(*Dracocephalum integrifollium*)、新塔花(*Ziziphora clinopodioides*)、黄芩(*Scutellaria przewalskii*)、百里香(*Thymus marschallianus*)、瓦松(*Orostachys spinosa*)、苔草(*Carex pediformis*)、蔷薇(*Rosa beggeriana*)等。盖度一般在30—40%。绿、黄相映，层次分明。盛夏季节繁花盛开，一片嫣红，季相十分华丽。

由于雨量较多，因此腐殖质分解也完全，增加了土壤中的有机质。肥沃的土壤为植物生长提供了物质基础，促使各种植物生长茂盛。在该地带中生长的麻黄也枝茂粗壮。平均高度为 80 厘米，每公顷产量在 15 000—25 000 公斤，是目前工厂用料的主要供应基地。

雌雄麻黄生长在昆仑山及帕米尔高原寒漠地带中，这里气候干寒，降水量少，植物生长期短，微生物活动微弱，枯枝落叶不易分解，有机质积累不多，只有0.6—1.2%。成土母质主要是冰水沉积物和坡积物，给麻黄生长造成了困难。

从麻黄的立地条件来看，大部分种类都是生长在干旱少雨、土地贫瘠的环境中，因此发展麻黄种植业时，不一定选用耕地，可以考虑利用冲积平原及洪积扇中下部的荒地，只要水利条件得到保证，就可以开垦种植。这样，既不与粮食争地，也可以充分利用荒地，同时也改造了荒漠，真正做到了戈壁荒滩变药田的设想。

若是把目前尚未开垦的荒地充分利用起来，工厂原料供应不足的困难就可得到解决。野生麻黄采挖的数量就可有效地控制，破坏的植被也可以得到恢复，草场再不会因采挖麻黄草而受到破坏。

根据我们近几年在棕漠土中种植麻黄草的情况来看，效果良好，三年生的麻黄草幼苗，平均高 60 厘米左右，每公顷产鲜草 15 000 公斤，而且有效成分比野生植株高出 1 倍。以目前收购价格每吨 500 元计算，经济效益远远超过种植其他农作物，深受广大农牧民欢迎。利用原始荒漠开展人工种植麻黄草，前景光明。

参 考 文 献

[1] 中国科学院新疆综合考察队、中国科学院植物研究所主编，新疆植被及其利用，科学出版社，1978。
[2] 中国科学院新疆综合考察队、中国科学院南京土壤研究所，新疆土壤地理，科学出版社，1965。
[3] 夏训诚、胡文康，吐鲁番盆地，新疆人民出版社，1978。

天山尤尔都斯盆地紫花针茅+羊茅群落地上生物量的分析*

麦来·斯拉木　叶尔道来提　阿德力

摘　要

本项研究从1985—1987年在天山尤尔都斯盆地紫花针茅+羊茅群落中进行。根据定位观测收集的每年逐月地上现存生物量、降水量和土壤持水量等数据的计算，综合分析得出以下结果。

3年中群落地上现存生物量逐月变化形式都是单峰曲线，每年的高峰值出现在7月下旬到8月下旬。虽然每年峰值不同但曲线表现了一致的趋势，说明群落生物量的季节动态有一定规律性。3年内的最高测值是51.7克/米²，时间是8月10日。群落4月中旬返青，9月初停止生长。相对生长率各年均为双峰曲线，相对生长率的高峰期出现在5月25日—6月10日。5—6月土壤持水量和6—8月降水量与年度地上生物量的回归模型为

$$W=26.6268+0.1502X_1+0.0923X_2$$

紫花针茅+羊茅(*Stipa purpurea*+*Festuca ovina*)群落在新疆主要分布于天山的高山地区，是尤尔都斯盆地高寒草原植被的主要组成部分。为了对这类草原群落进行深入研究，在过去考察的基础上，从1984年开始进行定位观测，本文即是根据1984—1987年的资料写成。

一、观测点概况

尤尔都斯是一个高位盆地，位于天山南坡中部，由2个大小不一的盆地构成，海拔2 391—3 600米。盆地底部地势平缓，四周高山环绕。定位观测点设立在大尤尔都斯盆地西部，海拔2 400—2 500米，地貌为山间冲积洪积平原，土壤是亚高山草原土，其理化特性列于表1。

据巴音布鲁克气象站(距离观测点40公里左右，海拔高度接近)资料，该地区年平均气温-4.7℃，1月最低气温-46.6℃，7月最高气温28℃；年平均风速2.6米/秒；年平均降水量268毫米；年蒸发量高达1 022.9—1 247.5毫米，约为降水量的4倍；年日照2 460—2 616小时。资料表明，尤尔都斯盆地显著的气候特征是：气温低、干冷、多风和没有明显的无霜相。

植物群落中的紫花针茅和羊茅为建群种。主要伴生种有冰草(*Agropyron cristat-*

* 国家自然科学基金资助项目。文中插图由张慧芝同志清绘，在此致谢。

um)棘豆(*Oxytropis* sp.)、落草(*Koeleria gracilis*)、天山赖草(*Aneurolepidium tianschanicum*)、高山风毛菊(*Saussurea alpina*)、火绒草(*Leontopodium leontopodioides*)、二裂叶委陵菜(*Potentilla bifurca*)等。

8 月份，群落中的禾本科植物占地上现存生物量的 53.7%，莎草科植物占 38.3%，豆科植物占 2.2%，菊科植物占 0.8%，其他杂类草植物占 5%。

表 1 群落立地环境的土壤理化特性

层次(厘米) / 项目	0—14	14—20	20—38	38—73
剖面性状	棕灰，轻壤，有粉状结构	浅棕灰，有假菌丝	棕黄带红，有小砾石和假菌丝	棕黄带红，轻壤，有少量根
石灰反应	+	+++	+++	++++
有机质(%)	7.96	5.00	2.71	0.96
全氮(%)	0.475	0.301	0.152	0.058
土壤C/N	9.73	9.63	10.33	9.66
碳酸钙(%)	2.6	19.4	19.3	20.1
pH H_2O	8.42	8.61	8.77	8.94
pH $CaCl_2$	8.06	8.42	8.51	8.49

二、研究方法

观测样地选择在地势平坦、植被分布均匀、具有代表性和人为活动影响较轻的群落地段，用棘铁丝围栏保护，面积为 20×20 平方米。每年定时逐月观测，连续 3 年共观测29次。

数据收集的方法采用样方收割法(堆积法)，在 1 平方米的样方内，分种登记各种植物的平均高度、多度和物候期，并将样方内的植物齐地面刈割，称量鲜重，然后完全风干，再称量各自的干重生物量。

土壤持水量的测定是在样地周围，与样方观测同时进行，用土钻取样，9 次重复，每次取 10 厘米、15 厘米和 20 厘米深的土样，用 99.9%的酒精充分燃烧，直至恒重，获得土壤持水量。本文仅用 10 厘米层深的土壤水分数据。

5—9 月份降水量是用巴音布鲁克草地生态站测量的数据。

数据处理及建立模型是在 IBM 微机上进行，用美国宾夕法尼亚州大学 1972 年发展的 MINITAB 系统。

三、结果与讨论

1. 群落地上现存生物量动态规律的讨论

1985—1987年逐月群落地上现存生物量动态如表 2 所示。

表 2　群落地上现存生物量(克/米²)

日期(月·日)	4.25	5.25	6.10	6.25	7.10	7.25	8.10	8.25	9.25	10.25	11.15
1985 年	3.5	5.9	12.0	14.3	22.0	32.3	25.5	24.0	22.5	21.0	15.8
1986 年	5.9	7.5	17.3	20.0	23.9	26.0	35.9	42.0	23.3	—	—
1987 年	6.3	9.5	22.3	32.3	36.8	39.8	51.7	50.0	41.9	—	—
平均	5.2	7.6	17.2	22.2	27.6	32.7	37.7	38.7	29.2	21.0	15.8

3 年中，群落地上现存生物量峰值的出现时间在 7 月 25 日—8 月 25 日，最大测值为 51.7 克/米²，时间是 8 月 10 日。但各年份地上现存生物量高峰值的出现时期是不相同的，表明自然群落地上现存生物量的变化是受当年自然条件而制约的。

图 1—3 是 1985—1987 年每年群落地上现存生物量的动态曲线图。

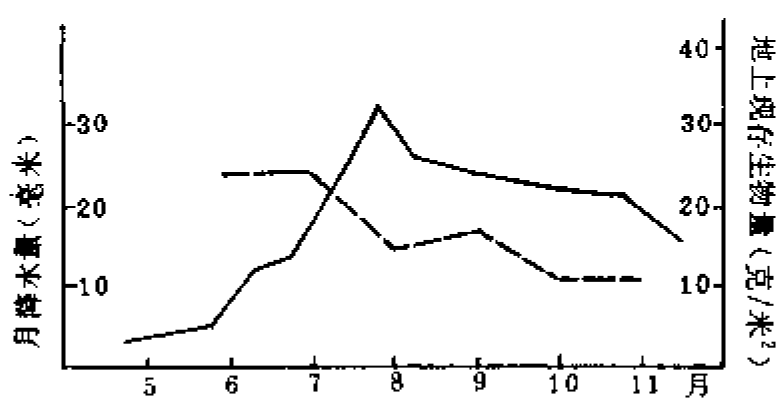


图 1　1985 年月降水量与群落地上现存生物量

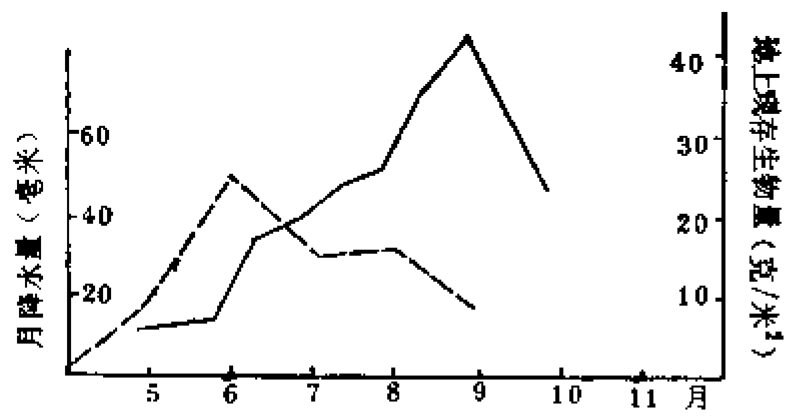


图 2　1986 年月降水量与群落地上现存生物量

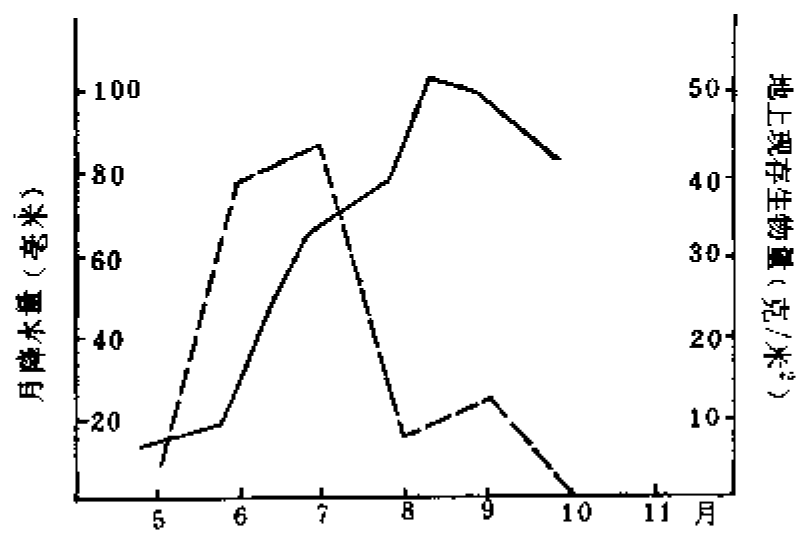


图 3　1987 年月降水量与群落地上现存生物量

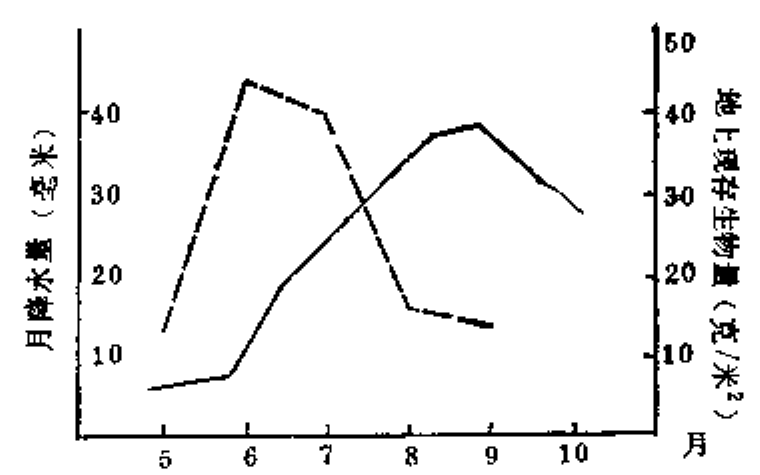


图 4　平均月降水量与群落平均地上现存生物量

群落 3 年平均地上现存生物量动态曲线如图 4 所示。图 1—4 中，实线为地上现存生物量，虚线为降水量。

从动态曲线中看出，3 年的图形大致相同，都是单峰曲线。曲线的形状也表现出一致的动态趋势，只是峰值与出现的时间有一定的差别。这说明群落地上现存生物量年内季节动态规律具有一定的稳定性。因此，可以应用数学模型来表达群落地上现存生物量的动态规律。对 3 年地上现存生物量及平均地上现存生物量动态曲线进行拟合。得到每年的拟合曲线及平均拟合曲线。根据实测曲线，同时拟合了指数曲线。从植物萌动开始形成地上有机物质积累到达高峰值这一段时间的拟合结果见表 3。每条拟合曲线都有很好的显

著性($r>r_{0.01}$)因而，结果是令人满意的。

表 3 群落地上生物量拟合曲线参数

年度＼项目	A	B	r	方程式	
1985	119.5124	−167.1188	0.9692	$\bar{y}=119.5124e^{-167.1188/t}$	$(55\leqslant t\leqslant 116)$
1986	98.6082	−129.9905	0.9618	$\bar{y}=98.6082e^{-129.9905/t}$	$(55\leqslant t\leqslant 147)$
1987	163.9161	−150.3241	0.9766	$\bar{y}=163.9161e^{-150.3241/t}$	$(55\leqslant t\leqslant 132)$
平均	127.3456	−149.1445	0.9692	$\bar{y}=127.3456e^{-149.1445/t}$	$(55\leqslant t\leqslant 147)$

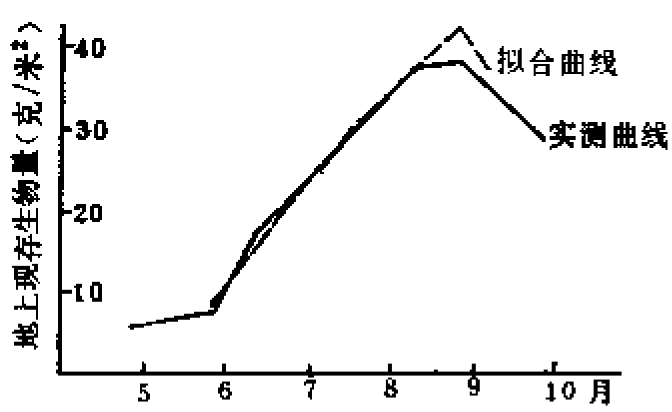


图 5 群落平均 3 年实测曲线和拟合曲线

注：拟合曲线图的高峰值以后为虚设线

根据拟合曲线表，绘制的拟合曲线与实测曲线(3 年平均)对照图，如图 5 所示。从图 5 可以看出，拟合曲线是很一致的。

群落平均地上现存生物量($\bar{y}$)与时间(t)的回归方程为

$$\bar{y}=0.3111t-4.8727$$
$$(r=0.9838 \qquad 25\leqslant t\leqslant 147)$$

令 $\bar{y}=0$，解方程，得 $t=16$，这说明，群落开始返青的时间约在 4 月 16 日。

2. 群落地上现存生物量相对生长率和生长速度

草地生物量的净积累，在生长季的不同时期其速度不同，为了准确表明这种变化，需要在连续的瞬间测定其生物量，用生长率说明。

相对生长率(RGR)可说明单位生物量在单位时间内的生物量净积累，它是随生长时间变化的。单位生物量对生物量变化的瞬时值，其微分表达式为

$$RGR=\frac{1}{W}\cdot\frac{dW}{dt}$$

由于受测定条件的限制，常用一定时间内的平均值表示，计算公式为

$$RGR=\frac{\ln W_{i+1}-\ln W_i}{t_{i+1}-t_i}$$

RGR：地上现存生物量相对生长率

W_{i+1}：t_{i+1} 时刻的地上现存生物量

W_i：t_i 时刻的地上现存生物量

计算结果如表 4 所示。从表中可以看出群落地上现存生物量相对变化的几种趋势。

表中 3 年的数据均表明：群落地上现存生物量相对生长率在萌动后的生长初期并不是最高值，而是在 6 月 10 日达到最高值。这与高山线叶嵩草和羊草+大针茅草原，RGR 变化规律和最大 RGR 出现时间均不同。这一现象的出现与尤尔都斯盆地独特的环境条件有关。尤尔都斯盆地植物在 4 月中旬开始返青，但直至 5 月下旬温度仍较低。如 1985 年，根据巴音布鲁克草地生态站测定，5 月份平均气温 6.1℃；最低气温 −7℃；地面最低温

度-11℃；土壤5厘米深处的平均温度-13.2℃。这说明在尤尔都斯盆地植物返青后，低温依然是限制植物生长速度的重要因素。因此，尤尔都斯盆地的植物从返青直至5月底仍处于缓慢生长阶段。进入6月以后温度回升较快，又有充足的降水，植物生长速度快，其相对生长率达到顶值。

表 4 群落地上生物量相对生长率[克/(克·天)]

时间(月·日)	1985年	1986年	1987年	平均
4.25—5.25	0.0176	0.0079	0.0138	0.0131
5.26—6.10	0.0449	0.0523	0.0511	0.0494
6.11—6.25	0.0118	0.0094	0.0240	0.0151
6.26—7.10	0.0285	0.0121	0.0087	0.0164
7.11—7.25	0.0256	0.0054	0.0052	0.0121
7.26—8.10	−0.0147	0.0203	0.0164	0.0073
8.11—8.25	−0.0040	0.0104	−0.0022	0.0014
8.26—9.25	−0.0022	−0.0197	−0.0059	−0.0093

群落地上现存生物量的相对生长率，各年均为双峰曲线。第一个峰值出现在5月25日—6月10日；第二个峰值出现在6月25日—7月10日。

在植物生长季节，群落地上现存生物量平均相对生长率(RGR)，与4月1日开始算起的天数(t)的关系可以模拟为

$$RGR=0.562\cdot e^{-0.0359t} \quad (1)$$

$$(r=0.9467 \quad 71\leqslant t\leqslant 147)$$

设植物群落在某一时刻的现存生物量为 Yt，则从4月1日起的第 t 天其生长速度(Vt)为

$$Vt=Yt\cdot RGR \quad (2)$$

将(2)代入(1)得

$$Vt=0.562Yte^{-0.0359t} \quad (3)$$

再将逐月的平均地上现存生物量代入(3)得到群落地上部生长速度动态状况(见表5)。

表 5 群落地上部生长速度的变化

时间(月·日)	天数(t)	现存量(Y)	生长速度(V)
4.25	25	5.2	—
5.25	55	7.6	—
6.10	71	17.3	0.8101
6.25	86	22.2	0.5692
7.10	101	27.6	0.4130
7.25	116	32.7	0.2856
8.10	132	37.7	0.1854
8.25	147	38.7	0.1111

表 5 中，V 与 t 的回归方程式为

$$\hat{v}=1.369-0.0089t$$

$$(r=-0.9779\quad 71\leqslant t\leqslant 147)$$

令 $\hat{v}=0$，解方程得群落完全停止生长的时间为从 4 月 1 日开始算起后的 154 天(9 月 2 日)。

3. 群落地上现存生物量与水热状况相关关系的初步分析

尤尔都斯盆地是一个周围有雪山环绕，中间分布着大片沼泽的高海拔区，历年温度变化幅度不甚明显，可以认为它是一个基本稳定的因素。因此，我们可以认为，温度对群落产量的影响也是基本稳定的。而降水量的分配状况和土壤持水量的变化对牧草产量的影响则比较显著。3 年降水量的分配状况和土壤持水量的变化见表 6、表 7。

表 6 降水量分配状况(毫米)

年度＼月份	5	6	7	8	9
1985	—	2.4	2.4	1.5	1.7
1986	18.7	49.3	29	30.6	15.3
1987	6.8	78.9	87.5	15.5	24.1

表 7 土壤持水量变化情况(毫米)

年度＼月份	4	5	6	7	8	9
1985	44	3.2	15.4	5.5	7.7	8.7
1986	5.1	3.1	16.2	5.4	7.1	8.9
1987	18.7	7.4	23.	19.7	10.3	12.9

在尤尔都斯盆地 4 月份的温度还不能完全满足植物正常生长的需要。而 5 月份的降水量有促进植物生长的作用，但对土壤的有效含水量影响不大。因为 5 月份的土壤持水量主要与历年冬季积雪量有关，所以 5 月 25 日群落地上现存生物量与 5 月份的降水量相关极不显著 ($r=0.1986$)，而与 5 月份的土壤持水量的关系相关明显($r=0.8870$)。由表 6 可以看出，降水量主要集中在 6—8 月，而土壤持水量在该期的变化主要取决于降水状况，因此，生物量动态与土壤持水量变化的总趋势是一致的。9 月份平均气温降低，高寒植物已基本趋于枯黄。因此，我们将历年群落地上现存生物量动态曲线的峰值作为年度生物量，求得历年植物生长关键期 5—6 月份土壤持水量(X_1)和 6—8 月份降水量(X_2)与年度生物量(W)的回归模型是

$$W=26.6268+0.1502X_1+0.0923X_2$$

根据这一模型可以预测巴音布鲁克地区紫花针茅＋羊茅高寒草原群落的年度产量。

四、小　结

根据研究结果分析得出下列初步结论：

(1) 天山尤尔都斯盆地紫花针茅＋羊茅群落 4 月中旬返青，9 月初停止生长，群落地上现存生物量动态呈单峰曲线。从植物返青到地上有机物质积累达到高峰值这一段时间，拟合指数曲线，$\bar{y}=Ae^{-B/t}$，每条拟合曲线的显著性都很好，拟合结果令人满意。地上现存生物量的峰值为 51.7 克/米^2，出现时间是 8 月 10 日。

(2) 群落地上生物量相对生长率各年均为双峰曲线。最高相对生长率出现在 5 月25 日—6 月 10 日，即为植物抽穗与开花期阶段。平均相对生长率峰值为0.0511 克/(克·天)。

(3) 尤尔都斯是高海拔，四周为高山环绕的盆地，降水量的分配和土壤持水量的变化是影响生物量变化的最显著因素。其回归方程为

$$W=26.6268+0.1502X_1+0.0923X_2$$

W：年度生物量

X_1：5—6 月份土壤持水量

X_2：6—8 月份降水量

参 考 文 献

[1] 中国科学院新疆综合考察队，新疆植被及其利用，科学出版社，1978。

[2] S.B.查普曼等，阳含熙等译，植物生态学的方法，科学出版社，1980。

[3] 植物生态学译丛第三集，科学出版社，1978。

[4] 木村允(姜恕译)，陆地植物群落的生产量测定法，科学出版社，1981。

[5] 马树岐，内蒙古大针茅，克氏针茅草原植物地上产量的分析，干旱区资源与环境，1987，1(2)：95—105。

[6] 刘钟龄等，内蒙古羊草+大针茅草原植被生产力的研究，干旱区资源与环境，1987，1(3—4)：14—31。

[7] 胡自治等，甘肃天祝高山线叶嵩草草地的第一性物质生产和能量效率，中国草业科学，1988，5(5)：7—12。

新疆早春短命植物水分状况的研究*

李银芳　王永增

摘　要

本文对7种早春短命植物体内水分状况日变化的研究，证明早春短命植物的水分状况与旱生植物有所区别，即其自由水量和蒸腾强度较高，而吸水力和持水力较低。其中尖舌黄芪、东方旱麦草、齿稃草、卵果鹤虱、卷果串珠芥的抗旱力较弱；单苞菊和小车前的抗旱力较强。实验表明，不同植物对干旱的适应有不同的水分生理方式。

水分是植物体内的主要组成部分，也是重要的代谢组分。对早春短命植物生物生态学特性的研究，国内外已有大量报道[1-4]，但对其体内水分状况的研究尚少见。本文研究了7种早春短命植物体内水分代谢的变化，并就它们适应干旱的水分生理方式进行了探讨。

一、自 然 概 况

研究于1989—1990年在中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所莫索湾沙漠研究站进行。该站位于古尔班通古特沙漠西南缘，伸入沙漠约60公里。站区海拔350米。年均气温6.0℃，极端最高值43.1℃，极端最低值-42.8℃。年均降水量115.2毫米，蒸发量1 943.3毫米，为降水量的17倍，属典型大陆性荒漠气候。气候干旱，尤其夏秋两季干旱特别明显。然而，冬雪融水和早春降雨，为早春短命植物的发生和生活史完成提供了可能。

二、材 料 与 方 法

材料为6科7属7种：

(1) 东方旱麦草(*Eremopyrum orientale*)

(2) 卷果串珠芥(*Torularia torutosa*)

(3) 卵果鹤虱(*Lappula patula*)

(4) 单苞菊(*Senecio subdentatus*)

(5) 小车前(*Plantago minuta*)

(6) 齿稃草(*Schismus arabicus*)

(7) 尖舌黄芪(*Astragalus oxyglottis*)

---

* 国家自然科学基金资助项目。本工作得到张佃民、毛祖美二位先生的指导和帮助，插图由常青同志清绘，谨此致谢。

自由水含量用阿贝折射仪测定,65%蔗糖溶液浸泡材料6小时后，于20℃恒温下测定。水势用夏尔达柯夫法测定。持水力的测定于室内自然干燥50小时后进行。蒸腾强度用精密扭力天平快速称重法测定。实验均在无风晴天进行。另外，还对文中的指标数据用数量分类方法——极点排序法[6]进行了类群划分。

三、结果与分析

1. 自由水量

从图2可看到,早春短命植物体内自由水含量在气温较低的早晨最高,随着气温的增高,中午降至最低,而傍晚凉爽时各种植物的体内自由水含量又迅速得到恢复。卷果串珠芥、卵果鹤虱、单苞菊和尖舌黄芪已接近于初始水平。而东方旱麦草、齿稃草和小车前的恢复较慢。说明不同植物的恢复速度是不一样的。同时还可看出，7种植物中单苞菊的自由水含量最高,而小车前的日变化幅度最大。体内自由水量多时,植物的生理代谢一般较强。单苞菊的自由水含量最高,而日变化又恢复的较快,可能与其抗旱性有关。

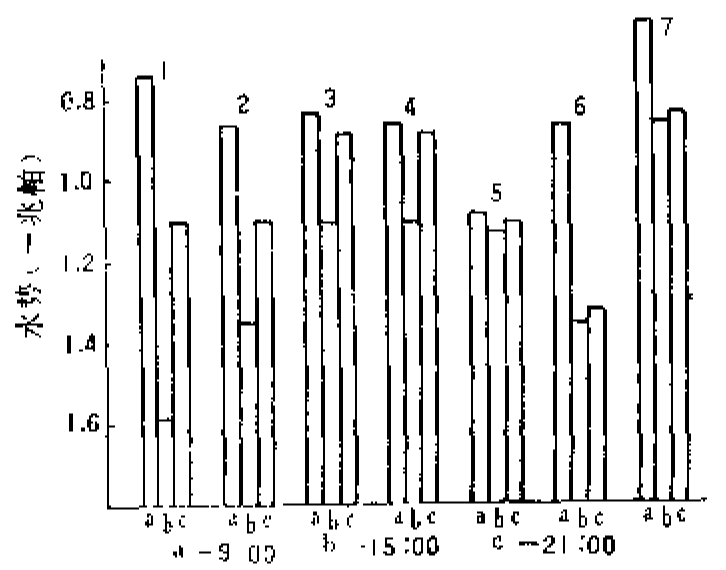


图 1 水势日变化比较

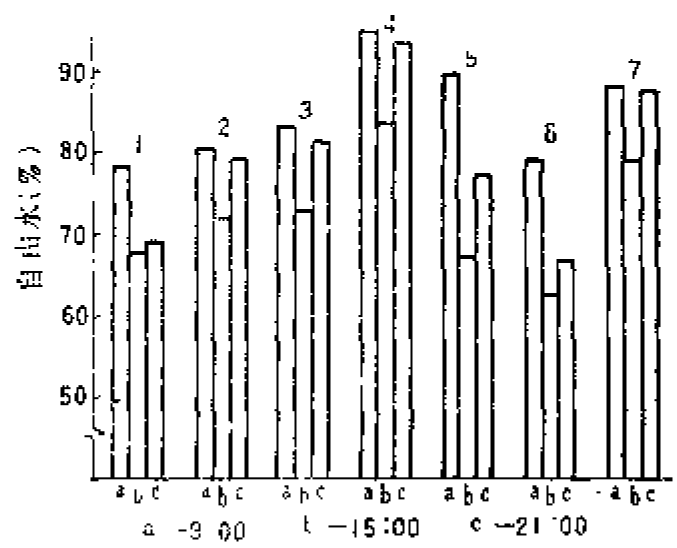


图 2 自由水含量日变化比较

2. 水势

由图1可以看出,水势的日变化情况同自由水量日变化情况相似,早晨最高,中午最低,傍晚又得到不同程度的回升。卵果鹤虱、单苞菊和小车前的恢复程度已接近于早晨的水平,齿稃草和尖舌黄芪恢复的最慢。其中日变化幅度最大的是东方旱麦草,最小的是小车前。

水势降低是植物细胞失水的直接结果,也是植物对干旱的适应性反应。水势降低,表明植物吸水力加强,有助于植物从干燥土壤中摄取水分。单苞菊水势日变化幅度较小,体内自由水含量较高,可能是失水能量较低的缘故所致。而小车前水势日变幅最小,自由水含量日变幅最大,说明高吸水能力是其调节体内水分状况,适应干旱的主要方式。

3. 持水力

持水力测定结果见图3。日变化情况与自由水和水势的情形正好相反。早晨低，中午高,傍晚都有所下降。这种变化与体内自由水含量有关。蒸腾散失的主要是自由水,高

自由水量使其失水量加大，持水力降低。持水力最高的是小车前和单苞菊，最低的是卵果鹤虱和齿稃草。反映出不同植物抗旱保水能力的差异。日变化幅度最大的是小车前和单苞菊，最小的是卷果串珠芥、卵果鹤虱和齿稃草。说明小车前和单苞菊对干旱的保水反应最敏感，预示着它们有较高的抗旱适应能力。同时说明，不同植物有其不同的抗旱适应途径。

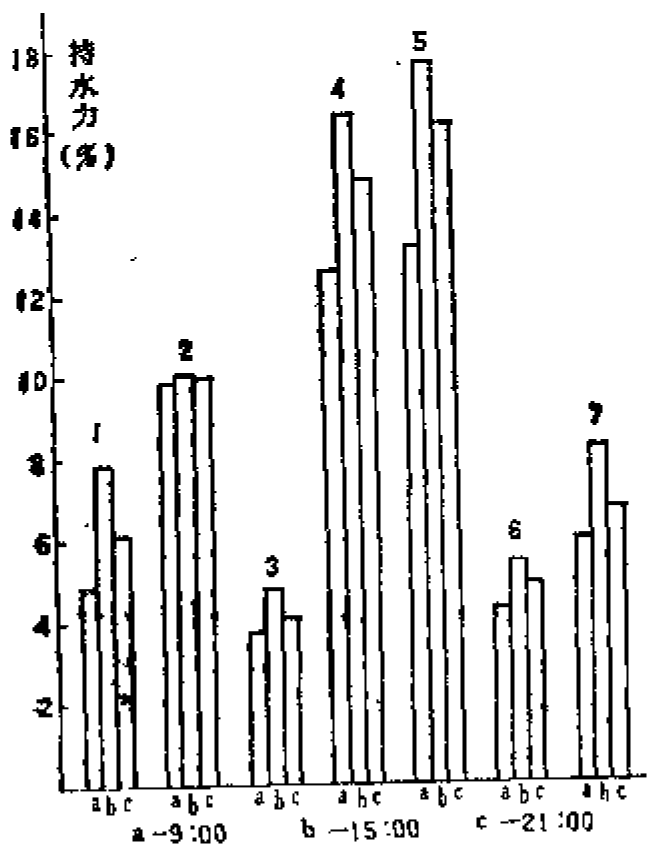


图 3 持水力日变化比较

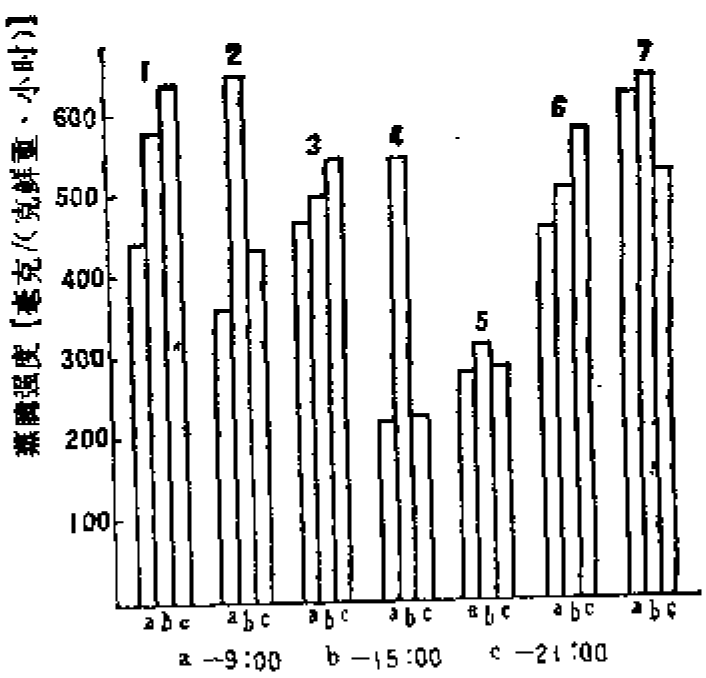


图 4 蒸腾强度日变化比较

4. 蒸腾强度

图 4 表明，蒸腾强度的日变化情况大致与持水力相似，反映了早晨低、中午高、傍晚下降的趋势。其中东方旱麦草、齿稃草和卵果鹤虱傍晚的蒸腾强度还高于中午，说明其蒸腾失水强烈，蒸腾调节能力较弱。蒸腾强度最低的是小车前。日变幅最大的是单苞菊和卷果串珠芥。说明它们具有较强的蒸腾调节能力，并从一个侧面再一次映证了自由水含量、水势和持水力所反映的情况。同时可以发现其持水力与蒸腾强度呈负相关关系。如单苞菊和小车前的持水力较高，而蒸腾强度则较低；卵果鹤虱和齿稃草的持水力较低，而其蒸腾强度较高。

对生长在干旱荒漠地区的早春短命植物来说，虽然其整个生活史周期的完成非常迅速，但是，由于生境条件的关系，在完成生活史的过程中，必然会遭受来自土壤或大气干旱的胁迫。因此在水分生理代谢方面也必然有各自多途径的适应性。如：小车前主要靠其高吸水力（低水势）、高持水力和低蒸腾强度抵御干旱。单苞菊则以高持水力和低蒸腾强度保持较高自由水量来维持生存。而卷果串珠芥则通过高吸水力和较高的持水力来适应干旱。卵果鹤虱和平行脉状叶的禾本科植物东方旱麦草、齿稃草以及豆科植物尖舌黄芪的持水力较低，蒸腾强度较高，尤其是尖舌黄芪，其吸水力最低，而蒸腾强度最高，这些都表现出中生植物的水分代谢特征。

5. 类群划分

不同的水分生理指标反映出植物不同的水分生理特性。对 7 种早春短命植物类群的

划分，指标数据是全天早、中、晚的平均，见表1。得到的排序图(图5)经检验相关系数 $r=0.997$，说明排序间距能够反映植物间的相异关系，植物种点之间的密集程度可以作为分类的依据。

表 1 早春短命植物水分状况指标

编 号	植 物	自由水量(%)	水势(兆帕)	持水力(%)	蒸 腾 强 度[毫克/(克鲜重·小时)]	10—50厘米层土壤含水量(%)
1	东方旱麦草	71.69	1.143	6.33	555.8	沙土 5.0
2	卷果串珠芥	77.34	1.102	10.43	481.6	沙土 2.3
3	卵果鹤虱	79.31	0.939	4.19	504.8	
4	单苞菊	90.68	0.948	14.58	331.2	沙土 2.5
5	小车前	78.23	1.103	15.70	294.3	沙壤土 3.8
6	齿稃草	69.72	1.176	4.87	516.7	沙土 3.8
7	尖舌黄芪	85.44	0.768	6.94	599.0	

根据排序图中植物种点之间的密集程度，可以得到与前述相似的分类结果。小车前和单苞菊为高持水力、低蒸腾强度一类，有较强的抗大气干旱能力。其自由水含量较高，生理代谢相对旺盛。其余5个种可划为另一类，它们的抗旱性较弱。其中尖舌黄芪高自由水量、高蒸腾强度和低持水力、低吸水力更具中生植物的特点；东方旱麦草和齿稃草具高蒸腾强度、高吸水力和低持水力、低自由水量，其抗干旱能力略强于尖舌黄芪；卷果串珠芥和卵果鹤虱的抗旱能力又较强于东方旱麦草和齿稃草。排序图反映了它们水分生理数量特征的相似程度，也间接指示了各植物种生境条件的相似关系。

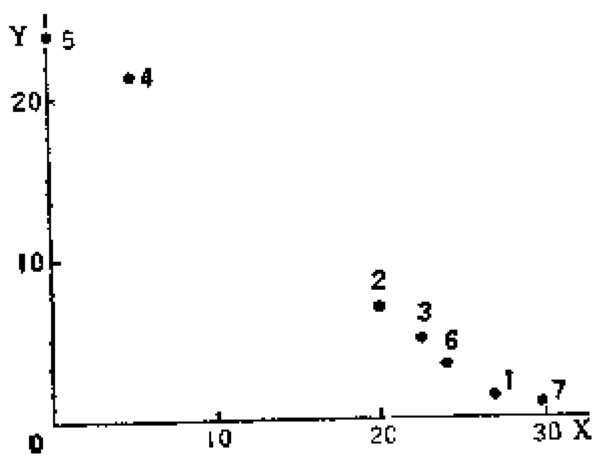


图 5 水分状况排序图

四、结 论

(1) 早春短命植物的体内水分状况有其自身的特点，与旱生木本植物相比，其自由水量和蒸腾强度较高，吸水力和持水力较低[6,7]。这些特性取决于它的遗传性状和生境条件。然而不同植物适应干旱的方式不同，富于多层次和多途径。东方旱麦草和齿稃草主要靠高吸水力及其调节能力；小车前和单苞菊则靠高持水力和低蒸腾强度；卷果串珠芥则依赖于较高的持水力和吸水力及其调节能力；卵果鹤虱则以较高的吸水力见长；而尖舌黄芪的体内水分状况反映出其较低的抗旱能力。

(2) 数量分类结果将尖舌黄芪、东方旱麦草、齿稃草、卵果鹤虱和卷果串珠芥划为抗旱力较弱的一类，单苞菊和小车前为抗旱力较强的另一类。这一结果不仅是供试植物体内水分状况的综合反映，同时也与其各自的生境条件密切相关。

不同植物对干旱的适应方式具多样性和复杂性。对早春短命植物体内水分状况的研究,本文仅是一个初探,对此尚待进一步研究。

参考文献

[1] 张立运,新疆莫索湾地区短命植物的初步研究,植物生态学与地植物学丛刊,1985,9(3),213—221。

[2] 李世英,北疆荒漠植被的基本特征,植物学报,1961,9(3—4),287—314。

[3] 张立运,新疆天然草场上的短命和类短命植物及其饲用评价,中国草原,1983,(2),28—32。

[4] Thomas W. Mulroy and Philip W. Rundel, Adaptations to Desert Environments, Annual Plants. Bioscience, 1977, 27:109—114.

[5] 阳含熙等,植物生态学的数量分类方法,科学出版社,1981,210—231。

[6] 李银芳,利用龟裂地径流的两种集水方式进行梭梭造林.林业科技通讯,1986,(10),17—20。

[7] 李银芳,干旱对头状沙拐枣苗木水分平衡的影响,林业科技通讯,1988,(11),13—15。

龟裂地犁沟栽种梭梭的研究

肖笃志　胡玉昆

摘　要

在龟裂地上开挖犁沟拦截龟裂地表径流栽种梭梭的试验研究。经测定：犁沟土壤水分一般都超过对照土壤水分的2.8—11.2倍，垂直渗透深度与侧渗宽度分别为205厘米、600厘米、340厘米；犁沟移栽的梭梭实生苗成活率高达85.7—93%，犁沟直播梭梭种子成苗率达70%，梭梭植株能正常生长发育，每株梭梭年均产风干物质1.03公斤，年均公顷产风干物质506.85公斤；栽种梭梭犁沟宜于翌年9月底以前开挖，犁沟坯伐倒伏在等高线的下方，栽培的苗木必须与积水犁沟有一定距离。

龟裂地(也叫龟裂土)是干旱区荒漠带广泛分布的一种土类。它地形极端平坦，表面光滑而坚实，透水性能差，在≥3毫米的阵雨条件下能产生径流。但龟裂地表径流是一种分散、易于流失与蒸发的微弱地表径流。它广泛地分布在准噶尔盆地各大河流下游、古老冲积平原及湖积平原上。1980年以来，我们在莫索湾一五〇团三营附近对龟裂地表径流形成的条件、特征、特性和径流值进行了系统的研究。通过1982—1986年测得可靠资料计算，该地区年降水量102.9毫米的情况下，龟裂地年均产生有效径流27.65升/平方米，最高可达35.86升/平方米，而且径流产生的季节是与植物生长季节相吻合。1982年以来进行了开挖犁沟拦截径流栽种梭梭的试验研究。结果证明：在干旱、少雨、缺乏水源的古尔班通古特沙漠边缘与绿洲交界地带，利用开挖犁沟拦截龟裂地表径流建立梭梭林效果很好；它方法简单、成本低，而且不与农田争水，便于大面积推广。这一成果为恢复被居民伐薪面破坏的梭梭林，建立薪炭林基地，恢复生态平衡，保护绿洲找到了一个新途径。下面将研究与结果作一介绍，供有关生产单位参考。

一、试 验 方 法

1. 开挖犁沟

1981年秋季，选择典型龟裂地，并测量地面高差，然后用“东方红75型”链轨拖拉机带上三铧犁沿等高线，每间隔10米开挖积水犁沟(图1)。

2. 栽种方法

1982年3月底至4月上旬，在距积水犁沟30厘米处，每隔2米挖深为40—50厘米的种植坑，并栽种一年生梭梭实生苗，同时在临冬和春季3月上旬直播梭梭种子。

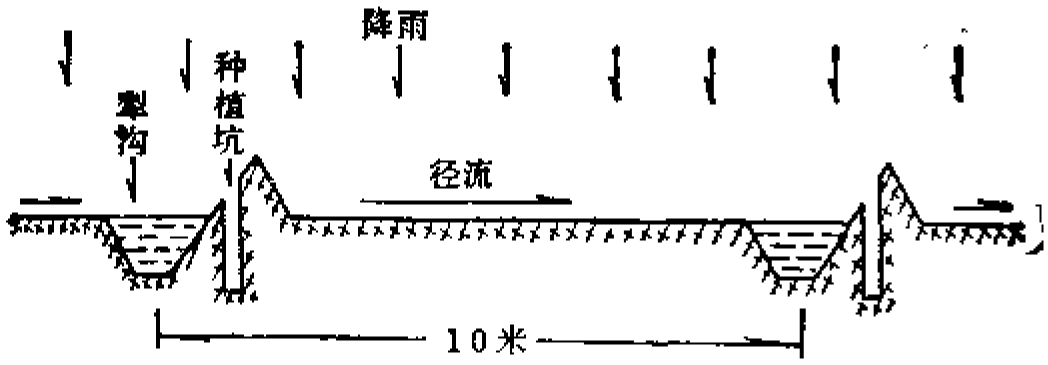


图 1　积水犁沟示意图

3．定期测定

定期进行犁沟土壤水分测定，成活率调查，物候观察及生长速度测定。

4．小气候观测

为了观测梭梭的生态生物学特性建立了气温、大气降水等项的观测。

二、结果与分析

1．犁沟土壤水分状况

该地区的地下水在10米以下，因此犁沟土壤水分主要由犁沟之间10米宽的龟裂地受大气降雨和春季融雪水而产生。根据试验布置，每一棵栽种梭梭的受水面积为20平方米，通过测定20平方米年均产生的有效径流达576升，最高可达760升，这就是犁沟土壤水分的唯一来源。1982年开挖犁沟到1984年5月17日，通过每间隔20厘米一层测定0—125厘米土层中的含水率证明，犁沟土壤平均含水率为16.5%，而对照(非犁沟)平均为2.5%(表1)。表中各层含水率的波动主要是由各层土壤质地的差异而造成。犁沟土壤水分一般都超过对照土壤水分的2.8—11.2倍；犁沟土壤水分渗透深度，在春、夏、秋分别为85厘米、125—165厘米、205厘米以下土层中；侧渗宽度，在沙壤土及粘壤土的直径分别为600厘米、340厘米，由此可见，犁沟土壤水分的含量及垂直渗透的深度与侧渗的宽度，对于栽种梭梭是适宜的。

表 1　犁沟土壤与对照土壤水分状况表

土层深度(厘米)	0—5	25	45	65	85	105	125	平均
犁沟土壤含水率(%)	17.3	24.1	12.9	19.1	20.5	12.9	8.5	16.47
对照(非犁沟)土壤含水率(%)	1.7	2.6	2.3	1.7	2.2	3.5	3.9	2.56
犁沟土壤水分为对照的倍数	10.2	9.3	5.6	11.2	9.3	3.6	2.6	7.40

2．犁沟梭梭成活与生长发育状况

(1) 移栽梭梭成活状况：通过用一年生梭梭实生苗移栽在犁沟的结果表明，凡是符合梭梭生态条件的栽培技术要求者，成活率可达85%以上。1982—1986年以来，每年都

分别进行了种植梭梭的试验，由于每年的条件都有差异，所以成活率各不相同。例如1982年栽种的梭梭实生苗，有少数苗太靠近积水犁沟，由于春季犁沟积水长达10天以上，因此，近水植株就被淹死，成活率只有48.3%。又如1983年栽种的梭梭苗，由于苗木质量差，其成活率只有0.1%。1984年栽种的梭梭苗木是本地育苗，做到边挖边栽种，同时注意植株与积水犁沟有一定距离，故成活率高达85.7—93%。由上述几年在犁沟栽种梭梭试验得出结论：在龟裂地上利用其径流栽种梭梭时，必须选择良好的梭梭苗木，同时也不宜近积水犁沟栽种。

（2）直播梭梭种子成苗情况：1982—1986年也同时进行了直播梭梭种子试验，结果是：播种在未积沙的新开犁沟土壤上，虽然能发芽出苗，由于龟裂地土质差，成苗极少。播种在具有积沙的老犁沟上者（第三年开挖的犁沟）其出苗整齐，成苗率为70%以上，当年植株高达50厘米，第二年高达80.3厘米。由此可见，未积沙的龟裂地犁沟上直播梭梭种子是不易成功的，只具有自然积沙或者人工填沙改土之后方可成功。

（3）犁沟梭梭发育节律：犁沟栽种的一年生实生梭梭苗，第三年开始开花结实。第四年大量开花结实。它们的生长发育除了水分条件外，还要求适宜的气温，当4月中旬，旬平均气温升高到11.2℃时，梭梭才开始萌芽返青。4月下旬，旬平均气温升高到13.6℃时。萌芽伸枝达到盛期。5月上旬，旬平均气温升高到17.9℃时，为梭梭花期。5月中旬以后，气温逐渐升高，授粉的梭梭胚乳子房不膨大而进入休眠状态，以后经过夏季高温期进入到凉爽的秋季，子房逐渐膨大，到10月下旬平均气温为5.1℃时，果实成熟脱落。因此证明，龟裂地犁沟栽种的梭梭生长发育正常。

（4）犁沟梭梭植株的生长规律：梭梭的生长规律也是在土壤水分充足时完成的，根据梭梭的生物学特性来看，其生长速度还与气温有密切关系。5月上旬开始至6月中旬止，它们随着气温的逐渐升高，其生长速度也逐渐增加。6月中旬，旬平均气温达到24.4℃时，生长速度达到高峰（表2），日平均增长量为0.74厘米。6月下旬以后，旬平均气温达到25℃以上时，其生长速度就开始减慢（日生长速度降到0.45厘米）。7月中、下旬，旬平均气温分别升高到26.5℃、25.2℃时，犁沟梭梭几乎停止生长，日平均生长量只有0.04厘米、0.07厘米，降到生长期的最低限度，这就是所谓的梭梭夏季休眠现象。当夏季高温期过后，秋季气温凉爽时，即在8月中旬，犁沟梭梭又出现一个幅度较小的生长高峰期，但日平均增长量也只有0.21厘米。以后随着气温的逐渐下降，梭梭的生长速度也逐渐下降。到9月上旬，旬平均气温为19.5℃时，生长几乎停止，日平均增长量只有0.03厘米，9月中旬，旬平均气温为17.1℃时，犁沟梭梭生长量为一个负值（-0.14厘米），这是由于枝条干枯而脱落所致。

表2　犁沟梭梭生长速度与旬平均气温的关系

月份	4			5			6			7			8			9	
旬	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中	下	上	中
气温（℃）	9.4	11.2	13.6	17.9	18.0	20.5	20.4	21.4	25.6	26.2	25.2	26.5	26.4	25.1	24.0	19.5	17.1
生长量（厘米）			0.27	0.13	0.39	0.46	0.55	0.74	0.45	0.34	0.04	0.07	0.18	0.21	0.12	0.03	0.14

上述梭梭生长的这种规律，主要是受气温的影响，也与土壤水分因子有密切的关系。经测定，春、夏、秋各季节犁沟土壤含水率分别为17.3%、6.2%、4.1%，从这里可看出，春季土壤含水率高，为春季梭梭的迅速生长提供了有利条件。

(5) 犁沟梭梭根生长与分布状况：观察移栽梭梭的根生长与其植株伸枝返青同时进行。如1984年3月31日将梭梭一年生实生苗移栽在45厘米的沙壤质土中，犁沟土壤含水率在8—14%之间，经过15天后，于4月15日植株已萌芽伸枝，新枝条已长到0.5—1厘米时，白色的小根5—6条。同时还见埋在湿土的根颈枝条创伤处也长白色小根10—12条，可见，春季龟裂地犁沟土壤水分的含量正适宜梭梭根生长。

移栽的梭梭根系主要是随着犁沟土壤水分分布而伸展，当年梭梭根主要是水平方向顺着犁沟伸展在50厘米湿土层中，这层土壤含水率为13—24%；第三年以后的梭梭根系，随着犁沟土壤水分向下渗时，梭梭根也随着向下伸展。但一级粗根主要分布在50—60厘米土层中，二级细根主要集中在110厘米以上土层中，三级须根可伸展到180厘米以上土层中。由此可见，梭梭根系的分布是与犁沟水分分布相一致。

(6) 犁沟梭梭株高及地面生物量：1982年栽培在犁沟中的梭梭，5年来长势都很好，植株高度、地面生物量都是逐年增长的(表3)。株高平均增长幅度是随年代的增加而逐年递减少，1982—1986年间平均每年增长长度分别为38厘米、24厘米、10厘米、6厘米，这种现象是梭梭植株个体得到发育的结果。5年平均每年增长19.5厘米，地面生物量每年积累的风干物质较均匀，1983—1985年间平均每株每年生产风干物质分别为1.11公斤、1.17公斤、0.80公斤。3年平均每年生产风干物质1.03公斤。3年平均每公顷产风干物质506.85公斤。

表3 梭梭株高及地面生物量

年份	1982	1983	1984	1985	1986	平均
株平均高度(厘米)	73	111	135	145	151	
林平均增长长度(厘米)		38	24	10	6	19.5
株年均风干物质产量(公斤)	0.12	1.23	2.40	3.20		
株年均增加风干物质产量(公斤)		1.11	1.17	0.80		1.03
公顷产风干物质(公斤/公顷)	31.95	614.25	1198.5	1584.0		
公顷年均增长风干物质(公斤/公顷)		552.3	584.25	384.0		506.85

龟裂地犁沟单位体积径流量对梭梭形成风干物质产量的计算：通过5年测定的单位面积径流量与犁沟梭梭年均生产量可以推算出1立方米径流所产生的梭梭风干物质重量，犁沟每株梭梭受水面积为20平方米，平均可获径流0.55立方米；而每株梭梭平均生产风干物质1.03公斤，由此推算出每1立方米的径流可以生产风干物质1.8公斤。

三、栽培技术措施

龟裂地是一种未经改良的劣质土壤，理化性质很差，又处在沙漠边缘，风沙危害严重，

而径流又直接受大气降雨支配，因此在栽培技术上有其特殊要求。归纳有如下几点：

1. 开挖集水犁沟的时间

必须在翌年的9月底以前，不能晚于10月份，因为该地10月份有1—2场较大的降雨，足够使龟裂地产生径流；同时10月份气温低，蒸发量小，因此径流绝大部分都能渗入犁沟土壤中，第二年春季还可接受融化的雪水。故到春季栽种梭梭时，湿土层可达50—60厘米，土壤含水率在12.9—24.1%，这样的水分条件最适宜栽种梭梭。

2. 开挖犁沟的方向

其目的是为了避免流沙埋没犁沟，试验观察证明，犁沟应与春季主风向平行，而且能把非主风向带来积在犁沟中的流沙刮走。这样头几年犁沟不易堆积更多的流沙而阻碍犁沟蓄积径流的作用。

3. 犁沟坯伐倒伏方向

开挖犁沟的坯伐倒伏在等高线的下方，这样就自然地堆成了一栏截地表径流的堤埂。

4. 株行距离的确定

行距确定为10米，这样的距离集中的地表径流率高；株距2米，故每一株栽种的梭梭受水面积为20平方米，通过观察资料分析，可以使一株梭梭承受地表径流每年500—700升以上。

5. 栽种方法

犁沟中积的水向下渗的速度很慢，积水时间长达7—15天之久。故植苗或播种材料都必须与犁沟有一定的距离，以使不被积水淹没为原则，如果土壤属粘壤土或粘土，相距20—30厘米即可。而种植坑不能浅于40厘米。

参 考 文 献

[1] 肖笃志等，龟裂地径流及其利用的初步研究，干旱区地理 1985，(1)。
[2] Michael evenari，以色列尼杰夫荒漠的径流农业，干旱地区土地利用问题译丛(一)，农业出版社，1980。
[3] 文振旺，新疆土壤地理，科学出版社，1965。
[4] 肖笃志等，利用龟裂地径流种植旱生灌木饲草的研究，新疆畜牧业草原专辑(增刊)，1986。

塔里木河流域植被特征分析

郭 英 杰

摘　要

本文主要讨论塔里木河流域植被特点，重点分析了该流域植物区系成分、生活型和生态型特征，群落类型的组成、结构、分布特点及其规律性，演替变化的趋势、演替的外因限制条件以及类型间、种间与种内生态变异的变化及动态趋势。还分析了影响植被变化的各种环境因素，研究了环境因素在植被演替中的作用和效果。在特征分析的基础上，分析了塔里木河流域植被的组成、结构、分布及演替变化的规律，为进一步研究该流域的植被提供基础数据和模式。

塔里木河为我国最长的内陆河，自阿克苏河、叶尔羌河及和田河交汇处的阿拉尔地区的上游水库起，到下游的台特马湖，全长1 224公里。包括天山南麓的冲积洪积扇下缘和塔克拉玛干大沙漠的北部及东部，面积约7万平方公里。

一、塔里木河流域自然条件的特点

塔里木河流域属现代河流冲积平原，海拔830—1 000米，坡降很小，地表除有巨大的沙垄及较大的柽柳沙包外，地形基本平坦。由于河流季节水量差异极大，河床基质疏松，冲蚀的结果使河流经常改道，这些故河道为塔里木河流域，尤其是中游河段典型的地貌特征。

塔里木河流域属暖温带荒漠气候，年均降水小于50毫米，蒸发量达3 000毫米以上，全年相对湿度45%左右，积温大于4 500小时，年较差和日较差较大，无霜期约160天。

塔里木河水主要来源于高山冰雪融水，水量虽较丰富，但季节供水量差异很大，7，8，9三个月洪水期约占全年水量的60%。河水矿化度较高，一般可达10—30克/升。地下潜水4—10米，水质很差。

塔里木河流域的土壤分布受现代水系布局的影响，沿河流呈条带状分布。自河岸向外依次为河漫滩草甸土、草甸化胡杨林土、红柳林土、盐化草甸土、荒漠化草甸土和平沙地、流动或半流动沙地等。其特点是干燥多沙、透水性好、有机质贫乏和盐分较多。

二、植被的一般特点

(1) 塔里木河流域仅有高等植物50余种。因此，植被的种类组成非常贫乏，在各种群落类型中，最多不超过20种，少者仅有3—5种。由于组成群落的植物种类很少，所以群

落结构也比较简单。如胡杨林多为二层结构，即乔木层和多年生草本层；荒漠化胡杨林除乔木层外，林下植物多不能构成明显的下层。草甸植被植物种类相对较多，但不超过20种，草群高80—100厘米，由几种多年生草本植物构成优势层片。柽柳沙包为该流域典型的地貌和植被景观，沙包高达数十米。

（2）受现代水系分布的影响，塔里木河流域的植被沿河流呈条带状分布，表现出隐域性的特点。近河地段植被茂密，远离河道处生长稀疏，景象衰退。

（3）塔里木河流域的灌木植被非常发达，主要由几种柽柳为主构成，绵延千余公里，景象极为壮观。环境因素的不同决定柽柳群落的种类组成及其分布。由于土壤水分及盐分的差异，形成多种柽柳群系。

（4）盐生植被的充分发育是塔里木河流域植被的又一个典型特点。由几种多汁盐生半灌木、几种耐盐柽柳和多种草本植物形成的盐生植物群落在各种盐渍化地段生长分布，有时可构成大面积的盐生半灌木荒漠植被景观。

三、植被特征分析

1. 植物区系分析

塔里木河流域的植物区系包括亚洲中部成分、中亚成分、古地中海成分和少量泛热带植物，详见表1。

表1 塔里木河流域的主要植物地理区系及特征种

植物地理区系	特　　征　　种
亚洲中部植物区系	沙生柽柳、刚毛柽柳、直立紫杆柽柳、甘肃柽柳、梭梭、盐生草、盐爪爪
中亚植物区系	细穗柽柳、短穗柽柳、长穗柽柳、盐节木、拂子茅、铃铛刺、沙地旋复花
古地中海植物区系	多花柽柳、胡杨、灰杨、花花柴
泛热带植物区系	牛皮消

塔里木河流域植物区系的发生是很古老的，如梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、盐生草(*Halogeton glomeratus*)等均发生于中新世，另外，多枝柽柳(*T.ramosissima*)、刚毛柽柳(*T.hispida*)、细穗柽柳(*T.leptostachys*)、短穗柽柳(*T.laxa*)和长穗柽柳(*T.alongata*)等均起源于第三纪的古地中海沿岸，胡杨(*Populus euphratica*)、灰杨(*P.pruinosa*)及骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)等源于第三纪的欧亚大陆西部。以上这些植物在该流域植被组成中起着建群种或优势种的作用，无疑由这些植物所组成的塔里木河流域的植被也具有明显的古老性。

2. 生活型与生态型分析

塔里木河流域的植物主要为多年生种类，除下游多雨年份盐生草可构成植被层片外，在植被中明显缺少一年生植物。灌木和几种乔木虽然种类数量小于草本植物种类，但在群落中作用很大。草本植物中除芦苇(*Phragmites communis*)、骆驼刺、花花柴(*Karelinia*

caspica)、胀果甘草(*Glycyrrhiza inflata*)和罗布麻(*Cynanchum sibiricum*)等几种具有建群和优势植物的作用外,其他种类在群落中的频度和多度相当低。

该流域的植物生活型主要为地上芽和地面芽,高位芽植物也有10多种,但缺少地下芽种类。由于塔里木河流域位于典型干旱地区,植物多少具有旱生的结构和特点,如叶片退化呈鳞片状,叶面积很小,叶片及茎杆具刺,被绒毛,有蜡质或灰白光滑等。但真正属旱生种类的植物并不多,仅有2种沙地柽柳和梭梭等,其他多为旱中生或中旱生类型。这是因为该流域虽然处于极干旱地区,但由于塔里木河的作用,地表水或地下水资源丰富,因此,该流域的植物多为潜水旱中生类型。盐生植物相对较多,并多能够构成优势层片的优势种。在低湿洼地,中生或旱中生植物占优势,这是由于地下潜水丰富,水位较高,可以满足这类植物的生长发育需要。

3. 类型组成和结构分析

塔里木河流域的植被类型组成与结构受水、盐等环境因素的影响,因为这些因素决定植物种类的分布与群落的组成。如几种柽柳的生态分布(图1),沙地旱生型、盐生型及普通型在生境坐标图中可明显表示出生态环境的差异与种类的不同。但是,多枝柽柳例外,它占有3个生态变异环境,除了占据水分状况较好且盐分较轻的位置外,还具有盐化或沙生旱化等两个变异类型,这也是由多枝柽柳生态适应性所决定的。由于建群植物种类的差异及特定的环境,也影响了群落的种类组成,沙地类型很少有伴生植物,仅在低洼处有少量骆驼刺、矮生芦苇及叉枝雅葱(*Scorzonera divaricata*)等生长。而盐化类型伴生植物相对较多,一般多能构成草本层片、覆盖度可达20—50%。

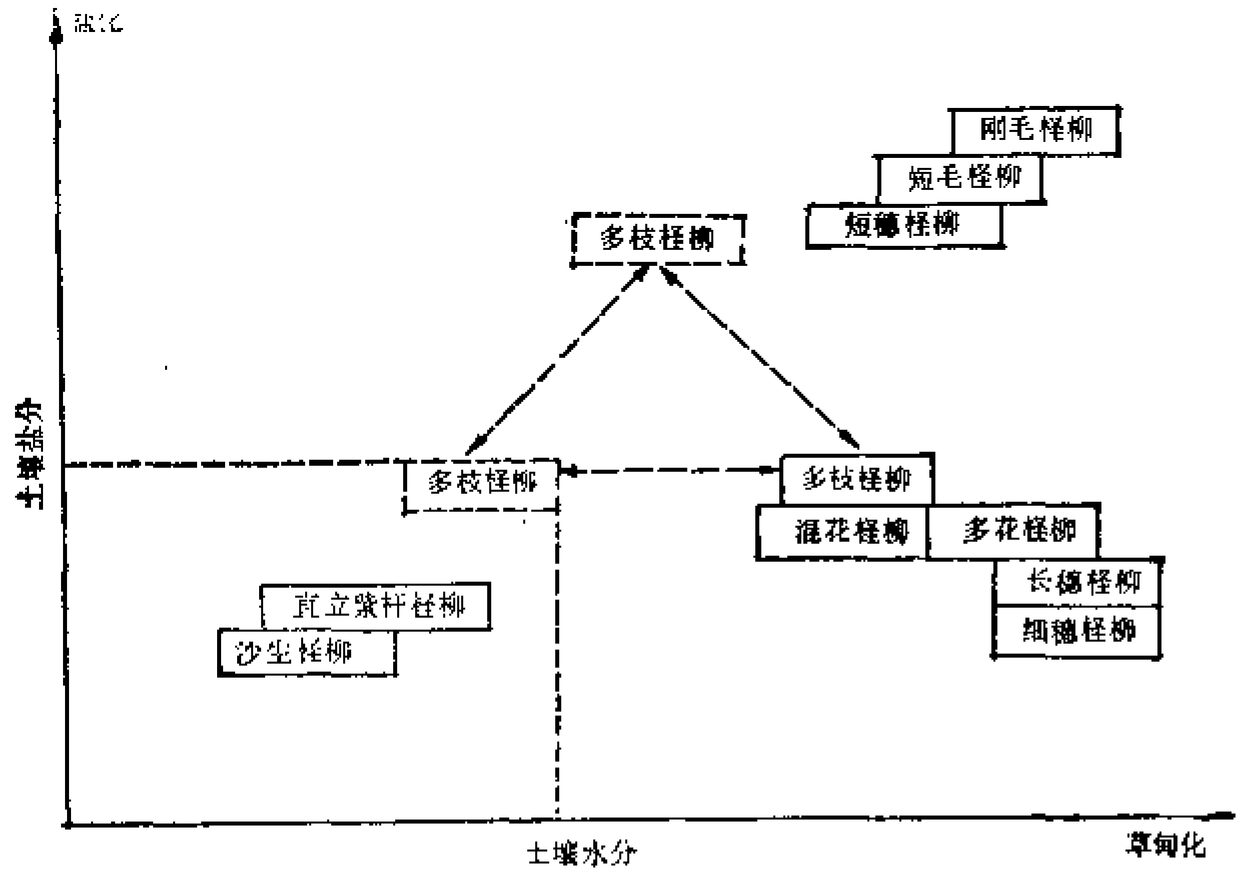


图 1 塔里木河流域10种柽柳生态分布图

塔里木河流域面积广阔,但仅有高等植物50余种,分别属14科26属,除柽柳属种类较多外,其他每科或每属仅包括一种植物的现象甚为普遍。建群种或优势种并不多,但是在群落中均占绝对优势。表2为200个样地中建群或优势植物的频度值。

由于植物种类贫乏,因此群落的结构多很简单,除草甸胡杨林或盐化胡杨林可形成

2—3层结构外，灌木或草本类型的分层现象多不明显，而很多类型则仅有一层结构，这也是塔里木河流域植被的典型特点之一。

表 2 200个样地中主要优势植物的频度

优势植物	出现次数	频度(%)
多枝柽柳	185	92.5
细穗柽柳	180	90
芦苇	120	60
骆驼刺	95	47.5
胀果甘草	85	42.5
罗布麻	80	40
黑刺	60	30
胡杨	100	50
铃铛刺	55	27.5
花花柴	60	30

4. 演替趋势分析

塔里木河流域的植被为外因演替，主要受水分状况、土壤盐渍化程度、沙漠化作用和人为因素的影响和制约。

在塔里木河流域极为干旱的环境中，由于水系的变迁可引起生态环境的巨大变化。如河流改道就能使沿河生长的草甸类型趋向于荒漠化，随着时间的变化，荒漠化类型形成，中生或旱中生的种类逐渐消失，旱生种类增加并构成优势。随着水分进一步减少或地下水位的下降，使某些种类不能正常生长发育。如下游河水断流地段，地下水位10米以下，胡杨林大面积衰退死亡，代之是更为耐旱的柽柳植被。

由于该流域沙漠化十分强烈，水系的变迁又使其作用加强，因此侵蚀非常严重。在干旱与风蚀的作用下，沙漠化正向森林、灌丛、草甸或沼泽等类型中扩展，使耐干旱抗风沙的植物种类随之侵入。

由于开垦、蓄水、放牧、砍伐等原因，对该流域较脆弱的生态系统产生巨大的影响。大量的垦荒与盲目砍伐，使上游的灰杨数量急剧减少，并且使大量的放牧草地遭到破坏。中游地段的过牧利用，使罗布麻的生长面积不断扩大，取代芦苇、胀果甘草等广泛分布。

植被的演替受多种环境因素的影响，这些因素又往往互为因果。如恶性演替发生，则有水分减少，沙漠化作用强烈，植物种类减少，覆盖度降低。由于缺少植被覆盖，又使风蚀作用加强，使得恶性循环越演越烈。

在塔里木河流域，由于环境因素不稳定，变化幅度很大，使植被类型间的演替变化非常明显。如胡杨林的草甸化、盐化和沙漠化的演替变化(图2)，这种演替受水分状况、盐分的含量及风沙作用的影响，这种变化为可逆演替。

环境因素还能够引起群落中建群种和优势种的替代演变。在塔里木河流域严酷的生境条件作用下植被是不稳定的，经常重复或往返发生变化，但是这种演替又是有规律的，以多枝柽柳、刚毛柽柳、沙生柽柳及几种中间类型为例(图3)，可以说明柽柳种间演替的规律。

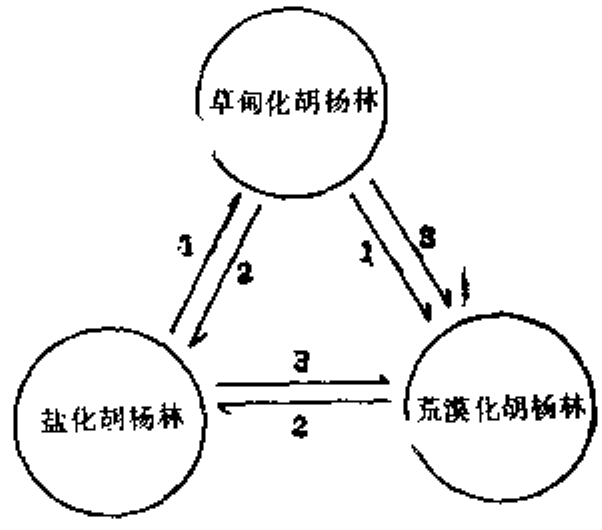


图 2 胡杨林类型间的演替变化
1.水分， 2.盐分， 3.荒漠化

植物种内的生态变异是在长期环境因素的综合作用下形成的，是植物对于环境长期

适应的结果。由于塔里木河流域生态环境的不稳定性，使得某些植物的生态变异表现非常突出。芦苇作为广布种，其生态变异表现非常明显(图 4)。芦苇在水分或盐分因素的作用下，形成了较多的生态型变异。在图中用高型、矮生与匍匐型芦苇说明生态变异的变化规律及演替趋势。水分状况决定于高型与中型芦苇的演变，重盐渍化的土壤使芦苇形成匍匐状态。芦苇生态变异的演替也是可逆的。

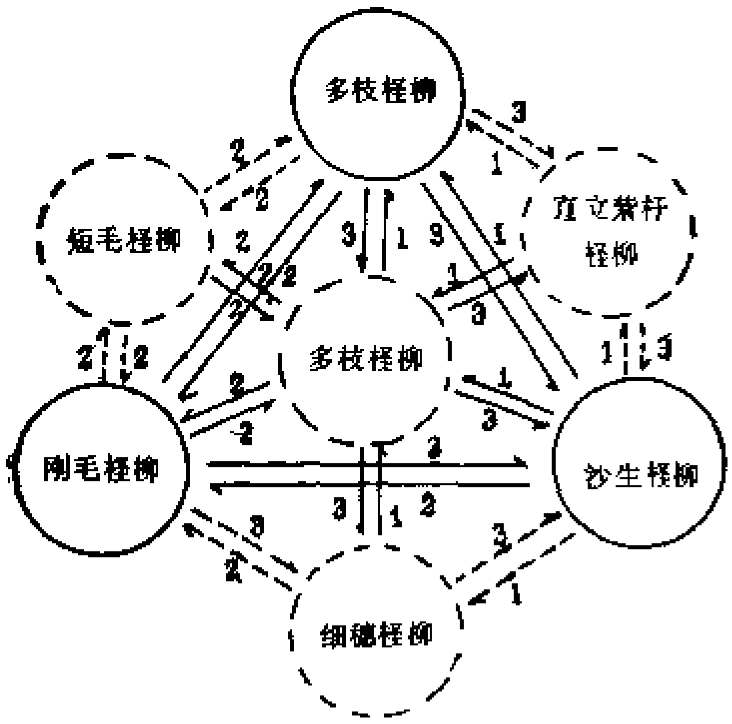


图 3 塔里木河流域柽柳的演替变化
1.水分， 2.盐分， 3.荒漠化

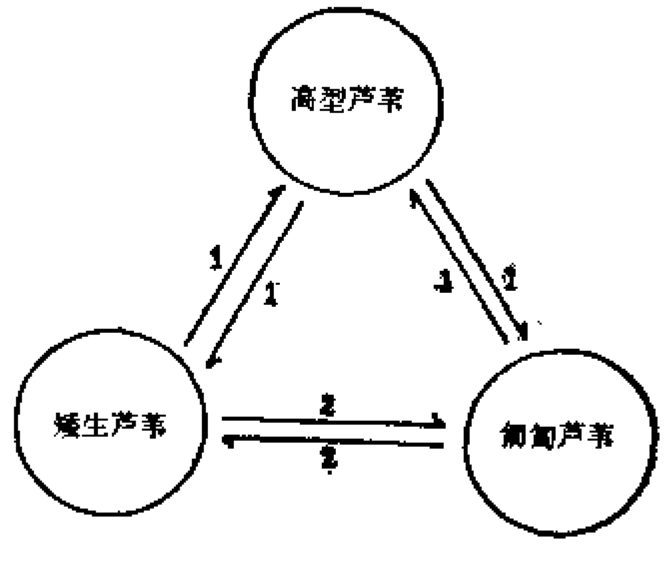


图 4 塔里木河流域芦苇生态变异的演替变化
1.水分， 2.盐分

5. 环境因素分析

环境因素的综合作用决定植物种在群落中的组成与分布，也影响群落的结构。

(1) 水分状况分析：虽然塔里木河水量充沛，但水量的空间和时间分布却非常不均匀。由于该流域缺少大气降水，因此水分的空间分布受地形地貌的影响很大，表现为沿现代河流中线向两侧递减，即沿河及其附近地段水分状况良好，植物生长茂密；越远离河道，水分状况越差，荒漠或沙生植物渐占优势，中生或旱中生种类很少或消失。在时间分布上，每年 7，8，9 三个月洪水期约占全年水量的 60%左右，虽然洪水漫流可促进植物的生长发育，但春季植物萌发时干旱严重，影响了植被的构成与发展。

(2) 土壤状况分析：塔里木河流域冲积平原上土壤的分布、发生和演变，与河流的改道变迁关系密切。在现代河流及其两侧，地下水来源丰富，水质矿化度较低，构成河漫滩草甸土和胡杨林土；离河较远的地方，地下水补给减少，水位降低，矿化度升高，构成盐渍化的各类土壤，如盐化草甸土、盐化胡杨林土或红柳林土等。如果河流改道变迁，草甸化过程随之被荒漠化过程所替代，最终形成龟裂性土或风沙土。反之，荒漠化过程也可逆转为草甸化过程。总之，该流域的土壤有机质很少，地下水位一般较深，不利于植物的生长发育，这也是导致该流域面积很大而植物种类很少的主要原因之一。

(3) 盐分状况分析：在塔里木河流域，土壤及地表水或地下水含盐量普遍较高，一般表层土壤含盐量 5—20%，个别盐土的结壳含盐量高达 70—80%。地表盐分的积累受地下水和植物作用的影响，地下水的深度和矿化度决定地表盐分积累的数量和速度，这是因为干旱作用而蒸发强烈，土壤毛细管作用使得水分和盐分向地表移动，从而使盐分不断增加；植物的积盐作用在荒漠地区也不可忽视，盐生或泌盐植物在吸水的同时也吸收了盐

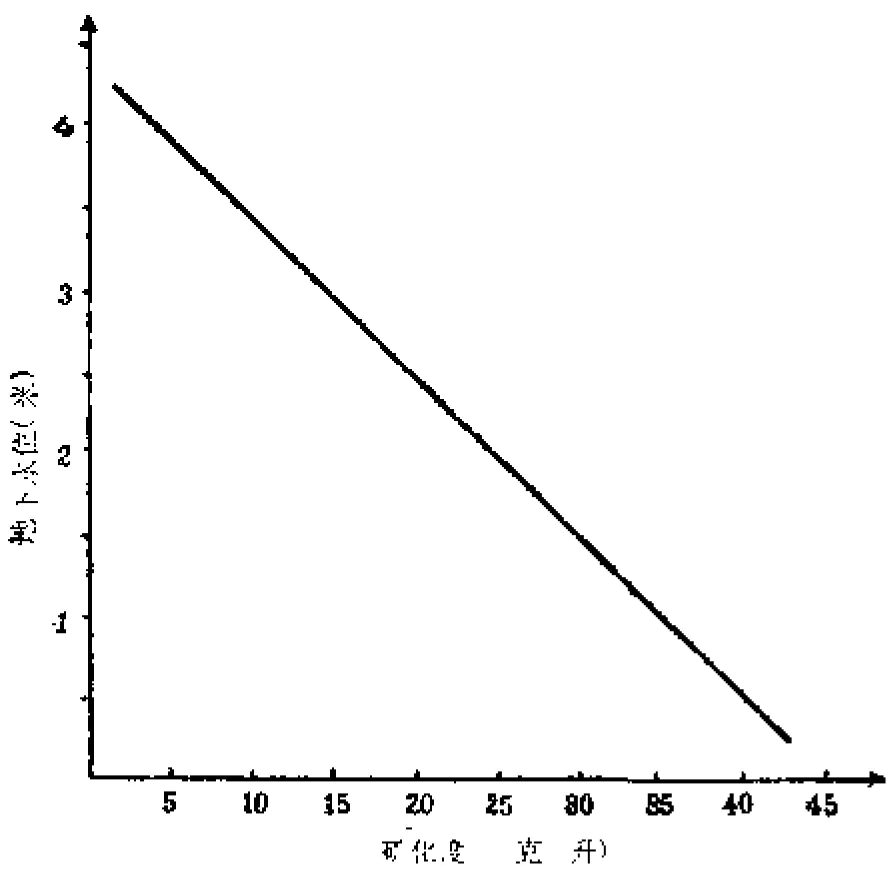


图 5　地下水位与矿化度相关分析图

分，随着体内生理循环和叶面蒸腾，盐分积累在地上部分器官，随着枯枝落叶回到地面，进行着盐分的重新分配，促进了盐分的表聚性。

由于蒸发作用，使地下水近地表处矿化度明显增加，矿化度增高的水位埋藏深度为4—5米，图 5 表示了测试样地内地下水位与矿化度的相关关系。

(4) 沙漠化作用：干旱的生态环境及位于沙漠边缘的地理位置，使塔里木河流域沙漠化作用强烈。在植物形态及植被类型中均不同程度地具有沙漠化作用的痕迹。除沿河地段水分状况较好而构成各种草甸植被外，远离现代河流的各类植被中沙生或旱生种类在群落中占据优势，构成干旱平原区典型的荒漠植被景观。

四、结论与讨论

(1) 塔里木河流域的植被种类组成贫乏，群落结构简单。

(2) 该流域的植物主要由亚洲中部、中亚和古地中海植物区系成分为主构成。

(3) 植物主要为多年生种类，一年生植物很少。高位芽、地上芽和地面芽植物占绝对优势。

(4) 该流域植被的分布受现代水系分布的影响显著，表现为沿河呈条带状向两侧分布。

(5) 该流域植被类型不稳定，演替变化较频繁。由于自然环境状况恶劣，任何一种环境因素的作用都能使植被的种类组成或结构发生演替变化。

参考文献

[1] 新疆综合考察队，新疆植被及其利用，科学出版社，1978。

巴音布鲁克高寒草地生态系统的结构和生产力的特点

热·阿迪拉

摘　要

巴音布鲁克高寒草地生态系统中，非生物组分和生物组分的结构复杂，初级生产力低，光能转化效率只有0.072%。由于草地过牧，49%的草地面积退化，结果不但降低了初级生产能量转化率，而且影响了次级生产的能量转化。次级生产的转化率为0.91%。次级生产过程中能量流失大，空耗多，每年约损失7.119×10^{14}焦耳的能量，相当于6 414吨可食畜产品。

和静县巴音布鲁克区是新疆维吾尔自治区著名的高寒草地牧业区，也是南疆草地畜牧业生产的重要基地之一。

解放后，对于巴音布鲁克的草地资源曾进行过合理利用、改良及提高生产力的调查和试验研究。但是关于草地生态系统的结构、功能及其生产力的研究直至目前还没有正式开始。这些问题对于发展本区草地牧业生产，保护和保持草地生态平衡，探讨提高能量转化率的途径和找出存在问题的症结具有重要意义。为此作者根据1979—1983年在该地工作的积累并参考前人有关文献资料，对巴音布鲁克草地生态系统的结构、功能、生产力及能量转化效率等问题进行初步分析。

一、高寒草地生态系统非生物组分的特点

1. 地势高、地貌类型复杂

巴音布鲁克区位于中天山南坡，地理坐标是东经82°28′—86°17′，北纬42°18′—43°34′，东西长250公里，南北宽136公里，土地总面积238.35万公顷。四邻分别与玛纳斯、新源、库车、轮台等南北疆的15个县相接壤。

根据成因，巴音布鲁克草地地貌可划分为年轻的冰水平原，亚潮湿剥蚀中山和受寒冻冰川作用的高山等地貌类型。

冰水平原处于那拉提山和哈尔力克山所夹持的尤尔都斯盆地中。盆地中部的艾尔温根乌拉山把盆地分成两个大小不等的盆地。东部为小尤尔都斯盆地，西部为大尤尔都斯盆地，由狭长的开都河谷地把它们联接起来。

小尤尔都斯盆地东西狭长，最低处海拔2 574米，边缘最高2 900米。东西长30余公里，南北宽达10公里。地形由东北向西南倾斜，东宽西狭，开都河东支西流曲回于盆地中部。由于地面径流不易渗入下部的永冻层，形成大面积的沼泽。

大尤尔都斯盆地位于小尤尔都斯盆地的西南，呈椭圆形，东西长120公里，南北宽40公里。地形西北高，东南低，最低处海拔2 390米，边缘高2 800米。开都河在大尤尔都斯呈"S"形向东流，也同样形成了大面积的沼泽。

寒冻冰川作用的高山地貌类型包括尤尔都斯盆地四周的高山。海拔3 800米以上为常年冰雪覆盖。由于寒冻和冰川的刻蚀作用，形成尖锐的角峰和锯齿状的山脊等地貌形态，山势十分峻拔。

亚潮湿剥蚀的中山地貌类型主要分布在尤尔都斯盆地外围山地的迎风坡。海拔2 800米以下，大致与森林带相符。谷地阴坡生产茂密的云杉森林和灌丛。本类型的山地隆起强烈，地形起伏大，河谷下切很深，成为"V"形谷。

以上地貌类型对当地季节草地生产创造了较好的地形条件。当地牧民历来把盆地底部作为春秋场，高山带和部分中山带作为夏牧场，中山带和沼泽地(盆地底部)作为冬场，即是根据地形条件及其相联系的气候和植被而划分的。

2. 气候寒冷、干旱、多风、无明显的无霜期

巴音布鲁克区的草地气候条件依地形地貌的变化而有差异。但大面积草地的气候特点是寒冷、干旱、多风和无明显的无霜期。

尤尔都斯盆地具有冷湖的特点。春夏季盆地底部比周围高山带温和，冬季则很寒冷。据巴音布鲁克气象站1958—1980年23年的平均资料，年平均气温-4.5℃。1月份最冷，月平均最低气温-31.6℃，7—8月是一年中最热的月份，月平均最高气温17.7℃。盆地底部3—6月多大风，月平均风速3.43米/秒。年降水量276.2毫米，主要集中在6—8月三个月份降落，占全年降水量的70%。年蒸发量1 128.9毫米，相当于年降水量的4倍。周围高山带的降水量，据估算，可达300—350毫米。一般10月中旬积雪，第二年5月中旬开始融化。盆地外围山地的中山带比上述两地降水丰富，至少在350毫米以上。另外，巴音布鲁克草地晴天多，全年日照时数达2 832小时，太阳总辐射量平均563.5×10^{7}焦耳/(厘米^2·年)。

3. 水源丰富，河流、泉水多，水质好

这里水源较丰富，境内分布大小河流和泉水有数十条(眼)。水源主要靠冰雪融水和雨水补给。开都河的小尤尔都斯支流年径流量10.91亿立方米，大尤尔都斯支流年径流量15.35亿立方米。河流两岸地形平坦开阔，加上下部永冻层的存在，创造了湖沼发育的良好条件；大小尤尔都斯盆地内沼泽面积辽阔(1 093平方公里)即是这样形成的。这里的水质良好，矿化度0.1—0.28克/升。但水量受季节影响，一般5—10月间水量稳定，其他时期部分河流和泉水因水源冰冻而断流。

4. 土壤类型多样，肥力较高

巴音布鲁克草地发育在多种土壤类型上。主要土壤类型有高山草甸土、亚高山草甸土、亚高山草原土、沼泽土、山地灰褐色森林土和山地黑钙土等。

高山草甸土和亚高山草甸土主要分布在海拔2 800米以上的山坡上，表层有机质含量10%以上，pH7.5—8.5。

亚高山草原土主要分布在盆地底部海拔2 400—2 800(2 900)米的地段。有机质含量6.5—7.5%，含氮量0.45—0.5%。土层厚0.5—0.9米。

沼泽土主要分布在盆地底部海拔2 400米左右的沼泽地区。草甸沼泽土主要分布在高山带极端潮湿的地段，这两类土壤有机质的分解速度慢而积累速度快。

山地灰褐色森林土和山地黑钙土分布在盆地外围山地海拔2 800米以下的中山带，有机质含量20%以下，全氮含量不足0.7%。

二、高寒草地生态系统生物组分的特点

1. 植物种类多，草地类型多样，营养成分高，可利用面积大

据报道，巴音布鲁克区草地有高等植物50科160属260多种。其中禾本科植物占33%，莎草科植物占30%，菊科植物占11%以上，豆科植物占7%，其余各科合计占19%。

由上述植物所组成的草地类型有高寒草原、高寒草甸、高寒沼泽(苔草型淡沼泽)、山地(中山)草甸等。据统计可利用草地面积为177.2万公顷。

高寒草原草地类型主要分布盆地海拔2 500—2 800(2 900)米的地段。群落由座花针茅(*Stipa subsessiliflora*)、紫花针茅(*S.purpurea*)、长芒针茅(*S.krylovii*)、拟绵羊茅(*Festuca pseudovina*)、伏地龙胆(*Gentiana decumbens*)、二裂委陵菜(*Potentilla bifurca*)、扁穗冰草(*Agropyron cristatum*)、早熟禾(*Poa* sp.)、中亚芹(*Schultzia* sp.)等冷寒生植物组成。群落盖度一般为40—50%，高者可达60—65%，草层高5—25厘米。可食牧草年生长量约233公斤/(公顷·年)。草地可利用面积为20.3万公顷。

高寒草甸主要分布在盆地周围海拔2 800(2 900)米以上的高山、亚高山带。高寒草甸的组成多为耐寒的多年生中生草本植物。优势种有硬嵩草(*Cobresia capillifolia*)、细叶嵩草(*C.capillformis*)等多种嵩草、珠芽蓼(*Polygonum viviparum*)、高山蓼(*P.alpinum*)、风毛菊(*Saussurea alpina*)、白花老鹳草(*Geranium albiflorum*)等。常见的伴生种有伏地龙胆、冷龙胆(*Gentiana algida*)等多种杂类草和高山狐茅(*Festuca supina*)、高山早熟禾(*Poa alpina*)、高山鹅观草(*Roegneria czimganica*)等禾草。群落盖度一般60—70%，高者达80—90%，草层高20—50厘米。本类型草地植物生长量675公斤/(公顷·年)。可利用面积142.13万公顷。

山地草甸草地分布于盆地外围的巩乃斯沟和阔克苏沟等中山带。该类型草地草本群落由中生高禾草和高杂类草组成。它们经常与云杉林、阔叶乔木和灌木群落交错分布。建群植物有无芒雀麦(*Bromus inermis*)、拂子茅(*Calamagrostis epigantea*)、多种鹅观草(*Roegneria* sp.)、鸭茅(*Dactylis glomerata*)、林地早熟禾(*Poa nemoralis*)、异燕麦(*Helictotrichon schellianum*)、老鹳草、高山羊角芹(*Aegopodium alpinum*)等。群落盖度60—75%，高者可达85%。草层高30—100(120)厘米。可食牧草生长量3 195公斤/(公顷·年)。可利用面积为3.8万公顷。

高寒沼泽草地分布在盆地底部，主要由尖苔草(*Carex vesicaria*)、小钩苔草(*C.microglochin*)等多种苔草、光亮眼子菜(*Potamogeton lucens*)、狸藻(*Utricularia* sp.)、杉柳藤(*Hippuris vulgaris*)、水麦冬(*Triglochin plustre*)、苇状看麦娘(*Alopecurus arundinace-*

us)、发草(*Deschampsia caespitosa*)等湿生和水生禾草、杂类草组成。群落草层高10—50厘米，盖度35—60%，可食牧草生长量728.4公斤/(公顷·年)。可利用面积为11万公顷。

根据27种植物化学成分分析资料统计，粗蛋白质含量平均为12.39%，粗脂肪2.5%，粗纤维27.46%，无氮浸出物38.87%，粗灰分8.51%，磷0.76%，钙0.14%。

2. 家畜适应性强、耐粗饲、抗寒、生长快

巴音布鲁克区草地上放养着巴音布鲁克大尾羊、焉耆大山马、牦牛和少量骆驼、细毛羊、山羊及黄牛，总头数达100万只(头)。其中羊占70%左右。这些牲畜全年依靠天然草场放牧，冬春缺乏补饲，棚圈简陋，即使冬季也在露天的条件下过夜。据有关资料介绍，该地区的成年大羯羊，秋季活重53公斤，胴体重23.8公斤，屠宰率45%，产毛量1—1.5公斤；母羊平均活重43.5公斤，胴体重19.8公斤，屠宰率45.8%，产毛量约1公斤。生长6个月的羔羊活重33公斤，胴体重13.8公斤，屠宰率43%。牦牛活重250—380公斤，屠宰率55%。

3. 野生动物资源丰富，以草食种类为主

据有关资料介绍，巴音布鲁克草地上的鸟类有72种，其中水鸟无论在种数和密度上都占优势地位。它们主要分布在沼泽草地上，以夏候鸟为主，留鸟、冬候鸟不多。国家保护的鸟类有7种，这些鸟中大天鹅、疣鼻天鹅等数量约有1万只左右，因此巴音布鲁克沼泽地也有"天鹅湖"的美称。据实测，每只大天鹅的体重近10公斤。天鹅的食物主要为金鱼藻、莎草科植物等牧草及其种子。天鹅在巴音布鲁克草地停留时间约210天左右，每天约食用300—400克植物干物质。按此计算，天鹅一年消耗的牧草约相当于548只标准羊一年所需要的食物量。

大型食草动物中，这里有马鹿、野山羊、盘羊、羚羊等。据1982年笔者的观察统计，巴音布鲁克地区约有马鹿800只，野山羊约2 700只。经实测，成年马鹿的体重一般在200公斤以上，野山羊60公斤左右。这些动物主要分布在中山带和高山带草地上。据当地牧民的介绍，1只马鹿的食量相当于5只羊的食量；1只野山羊的食量等于2只羊的食量。据此估算，巴音布鲁克草地上的马鹿和野山羊一年共消耗约9 400只标准羊一年需要的能量。

巴音布鲁克草地鼠类较多，有灰旱獭、草原兔尾鼠和长尾黄鼠等。它们主要活动在高寒草原和高寒草甸草地上。其中旱獭分布面积达66.6万公顷，平均每平方公里草地上约有15只。这里旱獭出洞活动时间长达150天左右，其他时间处于冬眠状态。据实测，每只成年大旱獭体重6.5公斤，年轻旱獭1.7公斤。其主要食物是牧草的叶和根。其食量与家兔差不多，每天约吃300克左右的植物干物质。按此推算，巴音布鲁克草地上的旱獭一年消耗的牧草等于5 871只标准羊一年所需的能量。

另外草原兔尾鼠较常见。一般情况下，每公顷草地上有45—75只。目前分布面积33.3万公顷。这种鼠每只体重200克左右。出洞活动时间5个月左右。按成年鼠每百克体重日食量为23克干物质估算，草原兔尾鼠一年的总消耗是6.75万只标准羊一年所需的能量。

蝗虫也是这里生态系统的主要成员之一。本区草地上所分布的蝗虫主要是独蝗和锯

蝗。本地从1969年开始灭蝗，至今已持续十几年之久，但仍未根除。蝗虫主要分布在盆地下部高寒草原带的阳坡，其中大尤尔都斯盆地分布最广，达16.67万公顷。其密度，一般年份每平方米内0.5只左右；高发年份和高发地区，每平方米内可达160—170只。活动时间90天左右。每只蝗虫每日按消耗0.6克干物质估算，它们每年消耗的牧草约相当于4 403只标准羊全年所需的能量。

以上各类动物一年所消耗的牧草约为8.8万只标准羊全年所需要的能量。

另外，本区草地上还有狼、狐狸、棕熊、野猪和雪豹等大型食肉或杂食性动物，但数量不多。它们之中狼对家畜危害较大，每年约有100多只羊被狼伤害。

土壤微生物方面目前缺乏资料。蘑菇是巴音布鲁克草地的著名野味。

三、巴音布鲁克草地生态系统的生产力特点

1. 初级生产的能量转化效率低

据初步估算，巴音布鲁克草地可食牧草生长量平均1 209公斤/(公顷·年)。根据牧草营养成份的热能计算，每公斤风干牧草总能为15.8×10^{6}焦耳。本区植物生长期内太阳辐射总量为266.7×10^{3}焦耳/(厘米^{2}·年)。按此计算，高寒草地牧草太阳能的转化效率平均为0.072%。

2. 载畜量过大，草地退化，加剧了初级生产力的下降趋势

笔者根据暖季和冷季草地实际面积和牧草利用率按60%计算，巴音布鲁克区草地暖季最大合理载畜量是293万只标准羊；冷季最大合理载畜量是98万只标准羊。1985年暖季最大实际载畜量100万只(头)，折合标准羊280万只；再加上野生动物(折合标准羊8.8万只)，已经饱合。冷季草地实际最大载畜量达65万只(头)，折算标准羊182万只，超载86%。因此暖季草地目前已达饱和状态，而冷季草地更处于严重超载过牧状态。

目前，巴音布鲁克退化草地面积已达85.9万公顷，约占可利用草地面积的49%。草群盖度比60年代初减少5—30%，产量下降50%左右。大面积草地退化，使本来光合效率就很低的草地更加低产了。因此，巴音布鲁克高寒草地的退化问题已严重影响了草地生态系统的平衡和该区草地畜牧业生产的进一步发展。

3. 家畜能量转化过程中漏洞多、损失大

上述可见，巴音布鲁克区冷季草地严重超载，由于饲草不足，使牲畜处于不同程度营养不良状态，造成每年冬春大批牲畜死亡。据笔者调查估算，平均年死亡率13%左右。从1965年至1985年20年间总共死亡各类牲畜达135万只(头)，折合标准羊近300万只。平均每年死亡15万只。死亡家畜体重按30公斤，屠宰率按39%计，每年大约损失1 755吨可食畜产品；每公斤可食畜产品热能按110.95×10^{6}焦耳计，每年大约损失1.95×10^{14}焦耳畜产品能。

由于冷季草畜不平衡，饲料不足，加上气候寒冷，牲畜避寒棚圈条件差，也造成冬春牲畜掉膘，损失大量能量。据笔者1982年的调查，绵羊秋季的平均体重平均是38公斤，到

第二年春季平均为 30 公斤，掉膘 21%。按 80% 的牲畜掉膘，且掉膘部分的 40%为可食畜产品计，每年掉膘损失约 4 659 吨，折合能量约为 5.169×10^{14} 焦耳，掉膘损失比死亡损失约多 2.65 倍。

4. 次级生产的能量转化效率低

由于上述原因，降低了次级生产的能量转化效率。据估算，巴音布鲁克草地每年所提供的总可食牧草量(家畜采食量)是16.58×10^{5}吨，折合食物能2.62×10^{16}焦耳。每只标准牲畜年肉生长量8公斤，出栏率按22%，每只出栏牲畜生产的可利用畜产品为28个单位计，次级生产的可用畜产品总量达 214.75×10^{4} 个单位。其中可食畜产品单位达 130.35×10^{4} 个。每个畜产品单位能量按 110.9×10^{6} 焦耳计，次级生产的能量转化效率分别为 0.91%和 0.55%，即每年每公顷草地生产的可用畜产品为 1.21 个单位，可食畜产品为 0.73 公斤。显而易见，巴音布鲁克高寒草地的次级生产能量转化效率也是比较低的。

参 考 文 献

[1] 巴音布鲁克草原试验站，巴音布鲁克草场资源及其评价，干旱区研究，1989，6(2)。
[2] 叶尔道来提等，巴音布鲁克季节草场的群落特征及其贮草量的研究，干旱区研究，1989，6(2)。
[3] 叶尔道来提等，巴音布鲁克草场退化的研究，干旱区研究，1989，6(2)。
[4] 雷茂常等，巴音布鲁克大尾羊调查报告，新疆农业科技，1980，(1)。
[5] 中国科学院新疆综合考察队等，新疆植被及其利用，科学出版社，1978。

阜康荒漠-绿洲农业生态系统优化模型研究

张　宏

摘　要

本文以中国科学院阜康荒漠生态系统试验站为示范单元，运用系统工程的原理和方法，对阜康荒漠-绿洲农业生态系统进行建模分析。结果表明，以苜蓿生产为基础的草地农业系统是该地区农业经营较为理想的模式。在保证粮食自给的条件下，系统以发展草食家畜生产为方向。在注重社会效益的前提下，尽可能地发挥其经济效益和生态效益。

荒漠-绿洲农业生态系统是通过一定的农业技术和工程措施，将荒漠绿洲生态系统的水、土、光、热资源相互协调而形成的。受干旱气候的影响，荒漠绿洲的生态环境恶劣，农业生产条件严酷，普遍存在着缺水和土壤次生盐渍化现象，这些都制约着农业的发展，在我国西北干旱、半干旱地区，绿洲农业是农业的主体，它的发展直接关系到这些地区经济的发展和各族人民生活水平的提高。因此，建立一个结构合理、层次多样、稳定性强的荒漠绿洲农业生态系统，对改善人类生存环境，提高农业经济效益具有深远的意义。

60年代以来，随着系统科学的创建与传播，人们愈来愈重视从系统的角度分析和研究农业生产的特点及其与环境的关系，并运用综合的、模型化的方法对农业生态系统进行人工调控和目标管理，从而为农业生态系统研究开辟了广阔的前景。

本文运用系统工程的原理和方法，以中国科学院阜康荒漠生态系统试验站为示范样点，对阜康荒漠绿洲农业生态系统进行结构分析，建立适合该地区的农业系统优化模型，为合理规划和布局农牧业生产提供依据。

一、系统辨识

1. 自然环境及社会经济概况

阜康荒漠绿洲位于新疆境内天山山脉东段的博格达山北麓，准噶尔盆地南缘。东经87°46′—88°44′，北纬44°06′—44°27′；海拔500—700米，地势由南向北倾斜，面积2 261平方公里。气候属典型的温带大陆性气候，冬季寒冷，夏季炎热。年平均气温6.6℃，1月平均气温－17.0℃，7月平均气温25.6℃；≥0℃的年积温4 018.9℃，≥10℃的年积温3 574.6℃，无霜期170天。绿洲范围内降水稀少，年平均降水187.5毫米，年蒸发2 064.1毫米。地带性土壤为灰漠土，受地下水影响，局部地段分布有盐化土。

阜康荒漠绿洲总人口71 940人，其中农业人口47 948人，占总人口的66.65%；人口密度为32人/平方公里。耕地面积为17 373.34公顷，占总土地面积的7.68%，每个农业人

口占有耕地0.36公顷。绿洲范围内天然草地可利用面积约1.03×10^5公顷，大多数为盐柴类灌木荒漠草地；草质较差，生产力不高，平均每公顷产鲜草960公斤。

2. 系统存在的主要问题

水资源缺乏和结构不合理，是阜康荒漠绿洲农业生态系统存在的主要问题。

由于干旱少雨，灌溉农业成为主要的农业生产方式。绿洲境内地表径流约16 121.1万立方米；地下水可开采量为8 320万立方米，目前已开采量占可开采量的77%以上，说明其水资源十分缺乏；加之地表水资源季节分配不平衡，尤其是春季缺水，使水资源的供需矛盾十分突出。据统计，绿洲地表径流量分配为：3—5月占12.7%，6—8月占61.2%，9—11月占19.2%。春季地表径流量只能满足农田需水量的45.5%，而此时正是农作物生长的关键时期，如不及时灌溉，将会造成作物减产。

就系统结构而言，种植业占绝对优势，其收入占系统总收入的80%以上；种植业内部又以小麦生产为主，播种面积占总播种面积的55%；而经济作物和养地作物的播种面积不到15%。这种粮草比、夏秋作物比不合理的现象更加重了水资源的负担，使得系统经济效益不高。而畜牧业则处于原始的靠天养畜阶段，生产力低下，天然草地退化严重。因此，必须建立一个结构优化的农业生态系统，才能提高经济效益，缓解水资源的供需矛盾和保护生态环境。

二、系统建模思想及依据

1. 建模的基本思想

(1) 合理布局种植业结构，安排好粮草、夏秋、用地与养地作物的比例。适当压缩耗水量大的作物的种植面积，以缓解农业系统缺水的矛盾。

(2) 把草业纳入绿洲农田生态系统，把种草与养畜，种草与养地结合起来。阜康荒漠绿洲有大面积的天然草地，本文在设计模型时对草食家畜(绵羊)采取半年放牧(暖季)和半年舍饲(冷季)的处理方式，并将天然草地的利用率控制在40%以下，达到合理利用和保护草地植被的目的。

(3) 森林是荒漠绿洲的卫士和屏障，应保证足够的种植面积；但森林亚系统与其他亚系统间的联系相对较弱，故规划中不设变量，而作为常数处理，将面积保持在占耕地面积的10%左右。

(4) 根据我国人口食物消费标准和阜康荒漠绿洲人口密度，计算出绿洲人口的食物消费量，在模型中也作为常数。

依照上述原则，本文以中国科学院阜康荒漠生态系统试验站作为示范单元建立优化模型。该站位于阜康荒漠绿洲的中部，拥有可耕地16.67公顷，建站前为盐化荒地，经过几年的改良，土壤条件有所改善。

2. 模型的构造

本文采用线性规划模型建立阜康荒漠绿洲农业生态系统优化模型。即求一组变量x_j

的值，并满足下列约束条件：

$$\begin{cases}\sum_{j=1}^{N} a_{ij}x_j \leqslant b_i(\text{或}\geqslant b_i)(i=1,2,\ldots\ldots m)\\ x_j > 0\ \ (j=1,2,\ldots\ldots n)\end{cases}$$

使目标函数 $f(x)=\sum_{j=1}^{n} c_j x_j=\text{Max}(\text{或 Min})$。

式中 x_j 为决策变量；a_{ij} 为技术系数；b_i 为资源或限制因素的总量；c_j 为收益系数。

模型中各约束方程的构造如下：

(1) 受水源限制，农田亚系统全年用水量应控制在一定范围内：

$$\sum_{j=1}^{9} a_j x_j \leqslant N_1$$

a_i、x_i 分别为第 j 种作物的灌水定额和种植面积，N_1 为能提供给农田的总水量。

(2) 3—5 月份，农田用水量应受到严格限制：

$$\sum_{j=1}^{9} a_j x_j \leqslant N_2$$

a_j：3—5 月第 j 种作物的需水量，N_2：该时期的可供水量。

(3) 受水源限制，耕地面积不宜扩大：

$$\sum_{j=1}^{7} x_j \leqslant N_3$$

N_3：现有耕地面积。

(4) 谷物生产总量应满足系统人口和家畜补饲精料对谷物的需求：

$$\sum_{i=1}^{2} a_i x_i - \sum_{j=10}^{13} a_j x_j \geqslant N_4$$

a_i、x_i 分别为第 i 种谷物的单位产量和种植面积，a_j、x_j 分别为第 j 种家畜对谷物的年消耗量和饲养只数，N_4 为系统人口对粮食需求的总量。

(5) 系统中小麦应种植一定面积，以保障人口对小麦的需求：

$$a_1 x_1 \geqslant N_5$$

N_5：人口对小麦的需求量。

(6) 与小麦复种的胡萝卜和绿肥面积，不大于小麦播种面积：

$$x_1 - x_8 - x_9 \geqslant 0$$

(7) 人工苜蓿地应保证一定面积，以利于改良土壤和供给家畜冷季蛋白性补充饲草：

$$a_7 x_7 \geqslant N_7$$

N_7：家畜蛋白性补充饲草年需要量。

(8) 农作物秸秆应满足家畜冷季的粗料补饲：

$$\sum_{i=1}^{6} b_i x_i - \sum_{j=10}^{13} b_j x_j \geqslant 0$$

b_i：第 i 种作物秸秆的年生产量，b_j：第 j 种家畜对秸秆的年需求量。

(9) 马铃薯和胡萝卜的生产量应满足家畜饲料结构和人口食用所需：

$$a_5 x_5 + a_8 x_8 - \sum_{j=10}^{13} a_j x_j \geqslant N_9$$

N_9：系统人口对马铃薯和胡萝卜的需求量。

(10) 西瓜和蔬菜耗水较多，种植面积不宜过大：

$$a_4x_4+a_6x_6\leqslant N_{10}$$

N_{10}：系统人口对西瓜和蔬菜的消费量。

(11) 系统人口食用油的来源主要依靠种植油料作物，其生产量应满足需要：

$$a_3x_3\geqslant N_{11}$$

N_{11}：人口食用油所需相应的油料作物产量。

(12) 放牧家畜的数量应和草地实际生产能力相一致：

$$a_{11}x_{11}\leqslant N_{12}$$

N_{12}：天然草地可利用牧草量。

(13) 家畜提供的有机肥料应基本满足农田亚系统的需要量：

$$\sum_{i=10}^{13}a_ix_i-\sum_{j=1}^{8}a_jx_j\geqslant 0$$

(14) 育肥猪耗费粮食，但为了满足人口的食用需求，应饲养一定数量：

$$a_{12}x_{12}=N_{14}$$

N_{14}：系统人口食物结构对猪的需求量。

3. 模型的参数

模型参数的依据主要来源于：①阜康县农业区划报告；②当地农户调查资料；③荒漠生态系统试验站成果资料；④国家正式出版的农业技术经济手册和农业年鉴。

三、结果与讨论

1. 运行结果

经计算机多次运行，其结果见表 1。模型Ⅰ为以小麦生产为基础的农业系统模型；模型Ⅱ为以人工苜蓿为基础的草地农业系统模型。

2. 结构对比分析

由表 1 可见，模型Ⅰ与模型Ⅱ在农田亚系统的土地分配上差异较大。模型Ⅰ的谷物种植面积为 6.546 公顷，占系统耕地面积的 39.28%，其中小麦面积占 28.16%。模型Ⅱ的谷物种植面积占系统耕地面积的 29.92%，小麦面积只占 19.44%。与阜康绿洲种植业现行结构，即小麦播种面积占耕地总面积的 55%相比，模型Ⅰ和模型Ⅱ的小麦面积分别降低 26.84%和 35.56%。现行结构中，人工苜蓿的种植面积只占耕地总面积的 10.42%，模型Ⅰ和模型Ⅱ分别占 19.52%和 30.12%，比现行结构中苜蓿的比例分别提高 9.10%和 19.70%。就模型Ⅱ与模型Ⅰ比较，除小麦的种植面积压缩以外，与小麦复种的胡萝卜的面积也有所减少；而人工苜蓿的种植面积却明显扩大。

对家畜亚系统来说，苜蓿是一种含有较高蛋白质的优良牧草，它可以部分地代替谷物来饲喂家畜，使系统对谷物的消费量减少。扩大人工苜蓿的种植面积，适当减少小麦的面

表 1 模型运行结果 (单位：公顷，只)

符号	项目	模型 Ⅰ	占规划面积（%）	模型 Ⅱ	占规划面积（%）
x_1	小麦	4.693	28.16	3.240	19.44
x_2	玉米	1.853	11.12	1.747	10.48
x_3	油料	0.993	5.96	0.993	5.96
x_4	西瓜	1.193	7.16	1.087	6.52
x_5	马铃薯	1.013	6.08	1.033	6.20
x_6	蔬菜	1.633	9.80	1.513	9.08
x_7	苜蓿	3.253	19.52	5.020	30.12
x_8	小麦复种胡萝卜	2.013	12.08	1.620	9.72
x_9	小麦复种绿肥	1.173	7.04	0.827	4.96
x_{10}	奶牛	1.7	—	1.7	—
x_{11}	绵羊	227.2	—	251.8	—
x_{12}	肥育猪	2.0	—	7.0	—
x_{13}	禽	365.7	—	346.8	—

积，并不影响草食家畜的饲养量，反而有所增加，模型Ⅱ的绵羊只数比模型Ⅰ多24.6只。值得一提的是，在猪的口粮中，用苜蓿干草粉部分地代替谷物精料，提高了饲养猪的经济效益，使猪的饲养数量增加2.5倍。

从系统经济收益值比较，模型Ⅰ的年纯收入为71 271.3元；模型Ⅱ的年纯收入为76 443.9元，比模型Ⅰ高出7.26%。

由此可见，模型Ⅱ较模型Ⅰ的经济效益更好。通过种植业结构的调整，扩大了人工苜蓿种植比例，使农田亚系统人工辅助能的投入减少；苜蓿根瘤的固氮作用，增加了土壤氮的投入量，提高了土壤肥力；苜蓿生长期间对水的需要量比小麦相对较少，扩大苜蓿面积，无疑降低了农田亚系统的需水量，节约了水资源。优质的苜蓿干草含有较丰富的蛋白质和维生素，通过补饲，可满足畜禽冷季所需的蛋白质和维生素，有助于它们抵御寒冷和疾病。模型Ⅰ和模型Ⅱ注重对天然草地的合理利用和保护，对草地植被的恢复，改善生态环境具有深远意义。

3. 物质和能量对比分析

本系统中，小麦与苜蓿地上部分的年氮素产量分别为715.5公斤/公顷和2 302.5公斤/公顷，相差3.2倍以上。因此模型Ⅱ大大增加了系统的氮素年收入量，从而提高了系统食物链中氮的循环量。苜蓿作为轴根性牧草，其地下生物量是小麦的2.5—2.8倍，即使在0—40厘米土层，苜蓿的根量也要大1倍。扩大苜蓿的面积，对土壤有机质的积累和结构的改善，无疑是有益的。

集约化的农业生态系统，需要一定的物质、能量投入。据测算，模型Ⅰ和模型Ⅱ每年

需要分别投入氮(N)1 423.5 公斤和 1 251.6 公斤，投入磷(P_2O_5)704.2 公斤和 596.7 公斤。而它们的家畜亚系统一年生产的有机肥料分别相当于氮(N)1 347.2 公斤 和 1 566.4 公斤，磷(P_2O_5)628.7 公斤和 712.5 公斤。可见模型Ⅱ中家畜生产的有机肥料完全能满足农田亚系统的肥料需要量。这样可减少使用化肥,有利于保护环境和提高土壤肥力。

模型求解表明：水资源是农田亚系统的第一限制性因素。以阜康绿洲现行的农田灌水定额计算,模型Ⅰ和模型Ⅱ的农田亚系统年耗水量分别为 88 086 立方米和 85 670 立方米,其中模型Ⅱ比模型Ⅰ要低 2.74%。虽然经过调整,压缩了小麦的种植面积，系统水资源仍不能满足农业生产的需要。所以改进灌水技术,发展节水农业已是当务之急。

就系统能流而言，小麦与苜蓿地上生物量分别为 1.636×10^8 千焦/(公顷·年)和 2.422×10^8 千焦/(公顷·年)，后者要高出 48.04%。如果考虑小麦和苜蓿生产过程中对农田投入的人工辅助能，则苜蓿和小麦的能量输出差异将会更大。上述分析表明：适当压缩小麦面积和扩大苜蓿面积,系统的能量效率可相应提高。

4. 模型中几个问题的说明

(1) 线性规划模型虽是一种静态模型，但可根据社会发展需要和农牧业生产水平的提高,将型加以适当修改,使之变成离散型动态模型,以弥补静态模型的局限性。

(2) 阜康绿洲农业生产机械化程度较高，本文未将人力、畜力作为约束条件放入模型,如此处理是否妥当,需进一步研究。

(3) 对于某些经济效益不高、资源耗费较大的项目,如养猪等，模型设计时充分考虑其社会效益,采用强制性约束以保证实现。

四、小 结

(1) 模型Ⅰ为以小麦生产为基础的谷物生产模型。它最大限度地压缩了小麦的种植比例，比现行结构中小麦的种植比例低 26.84%。模型Ⅰ充分利用现有水资源生产小麦，并兼顾种植其他作物和饲养畜禽,是较为理想的谷物生产模型。

(2) 模型Ⅱ是以人工苜蓿生产为基础的草地农业模型。其年经济纯收入比模型Ⅰ高 7.26%;就农田亚系统而言,模型Ⅱ的耗水量比模型Ⅰ低 2.74%；模型Ⅱ的氮素输入和能量转化效率均比模型Ⅰ高。模型Ⅱ可作为长远农业规划的依据。

参 考 文 献

[1] 韩纯儒,农业生态系统的能量结构及效率,农村生态环境,1985,(3).
[2] Cox,G.W.(闻大中译),农业生态系统输入和输出的联系,陆地生态译报,1987,(1).
[3] 王长钰等,系统工程在长清县农牧业最优结构布局中的应用,系统工程理论与实践,1985,(1).
[4] 农业技术经济手册,农业出版社,1983.

策勒绿洲的生态环境问题和维护

李振武　夏　阳　张立运

摘　要

位于昆仑山北麓、塔克拉玛干沙漠南缘的策勒绿洲，兼有与其他绿洲共同的生态学特点，也有其自身的特殊性。对它的探讨有助于对塔克拉玛干沙漠边缘众多绿洲的认识，同时对广大干旱区绿洲的经营管理、开发和维护也具有一定的普遍意义。气候干热、典型的灌溉农业、田园化的景色、相对的稳定性和外围生态系统脆弱是该绿洲的特点。同时，该绿洲也存在着风沙危害、水资源季节与空间分配不均、土壤肥力低、绿洲外围天然植被破坏严重等生态环境问题。对其治理与维护也提出了五项针对性的措施。

策勒绿洲位于昆仑山北麓、塔克拉玛干沙漠南缘的策勒县中部冲积平原，海拔1 300—1 500 米，在行政区划上包括策勒镇、策勒乡、固拉哈玛乡和达玛沟乡，总面积 1 490 平方公里，其中有耕地 1.56 万公顷，林地 0.19 万公顷，夹荒地约 0.67 万公顷，是该县最大的一片绿洲和主要粮棉产区。

策勒绿洲是塔克拉玛干沙漠南缘众多古老绿洲中的一个，其生态、地理、经济、社会等方面，与其他绿洲有许多共同之处，也有其特点。本文从生态学角度分析策勒绿洲的特点、生态环境问题和维护措施；不仅对认识塔克拉玛干沙漠边缘的绿洲具有解剖麻雀之意，同时对广大干旱区绿洲的经营管理、开发和维护也具有一定的普遍意义。

一、策勒绿洲的基本特点

从生态学角度观察策勒绿洲，至少可以粗略地指出以下几个特点。

1. 干热仍然是该绿洲生态环境的基本特征

塔克拉玛干沙漠南缘的广大平原，属极旱荒漠区域，热量丰富，但水源不足，限制了生命现象的繁荣。而南部巨大隆升的昆仑山山地，特别是它的高山带，则热量不足，但水源比较丰富，通过大小河流把山区的降水和冰雪融水引至山下，局部改善着平原地区生态环境中的水分条件。在河流两岸、三角洲和溢出带，形成了植被茂密、生命现象繁荣发达的天然绿洲。人类为了生存，进行着各种生产活动，在利用自然资源的过程中，也不断改造着自然环境。本文所指策勒绿洲，即是在策勒河和奴尔河等水系所孕育的天然绿洲的基础上，经过长期人类活动参与而发展起来的一块人工绿洲，富有浓厚的文化景观特征。同时，它也是荒漠中人口密集、经济繁荣、文化发达、生命现象旺盛的一块"绿岛"

或"湿岛",与外围荒凉寂寞的天然荒漠形成鲜明对照。但从绿洲内部的气候来看,荒漠所具有的干热现象并没有得到根本缓解。据策勒县气象站的资料,这里年均温 11.9℃, 7月均温 25.1℃,极端最高气温 41.9℃,≥30℃的高温天气每年有 78 天;≥35℃的天气每年有 22 天;≥10℃的年积温 4 340.3℃,年均日照时数 2 687.2 小时,年太阳总辐射量高达 144.4×4.184 千焦/厘米^2,列全国高值区之一。然而这里的年降水量只有 35.1毫米,蒸发量却高达 2 600 毫米,为降水量的 70 倍。显而易见,干热仍然是策勒绿洲生态环境的显著特征,并在各种自然现象上打下深刻的烙印。

2. 绿洲外围自然带生态系统脆弱

从绿洲边缘向外 10—20 公里的范围内,占优势的自然景观是戈壁,固定、半固定和重新活化的沙丘及起伏的沙地。它作为绿洲的屏障和保护带,生态系统十分脆弱。绿洲的南面,基质粗砺,地下水深埋,环境干燥,植物的生长条件极其严酷。夏秋季,沿冲沟边仅有少量盐生草和刺沙蓬等几种一年生植物生长,呈现出一派缺乏生机的光裸景象。北部和西部则是固定、半固定的沙丘和起伏沙地,其中有红柳植丛沙包、芦苇和骆驼刺等草本植物固定的草从沙丘,其高度一般 2—5 米,高者可达 10 余米。由于水分缺乏,柽柳等植物更新困难,加之长期严重樵采,特别在沙丘顶部采挖红柳根,使业已固定的沙丘再度活化,成为威胁绿洲的沙源地。一些浅洪沟中的胡杨片林,其下灌木和草本植物较少,加之胡杨分布不均匀、林冠不郁闭和生境十分干燥,林内已有流动沙丘侵入和明显的沙化现象。绿洲东部的景观植被则是芦苇草甸及其连绵分布的灌、草从沙包。其干旱化、荒漠化和严重樵采等人为活动的影响,植被明显退化,给人以岌岌可危之感。

上述植物群落的共同特点是基质松散、生境干燥、地表组成物质沙性重,在起沙风的作用下易于移动;植物种类组成贫乏,优势种单一,多系单优群落或纯群落,层次结构简单;大多数植物,特别是建群植物多系中生种,在得不到较多水分供应或地下水位急剧下降时,即会出现衰退或死亡。显而易见,由这些群落及其生态环境所形成的生态系统,在一定程度上是以非生命物理过程占优势,生物现象微弱,具有很大的脆弱性,人为干扰和某些自然因素的影响,都会使系统受到破坏瓦解。

3. 典型的灌溉农业

策勒绿洲位于暖温带荒漠气候区,气温高,降水少,蒸发强烈,干旱控制着整个无霜期,使这里不能形成雨育农业。天然状况下,一些中生植物群落只能生长在隐域生境,依靠洪水或补给的地下潜水生活。农作物许多园林树种也都是中生植物,天然降水的生态意义,对其则往往不显著,甚或完全丧失其生态意义。栽种它们所需要的大量水分,只能依靠人工灌溉得到满足,无灌溉即无农业。

4. 策勒绿洲具有一定的稳定性

在荒漠地区,绿洲是水资源空间分布不均匀的产物。水是绿洲中最活跃的物理因素,支配着生态系统的正常运转,影响着能量传递和物质循环的生态效率,同时也对绿洲的兴衰和发展规模等起着很大的决定性作用。按地理类型,策勒绿洲属于冲积平原绿洲。从总体上看,地表组成物质以沙为主,局部地段也有地下水位较高和土质粘重等特点,使绿

洲存在着沙漠化和盐渍化的威胁。但策勒绿洲所需要的水源，主要依赖于策勒河和奴尔河两条水系的供应，它们发源于昆仑山，由山区降水和冰雪融水补给，水量较稳定，因此主要靠这两条河水供给水源的绿洲也是较稳定的。

除此之外，绿洲人民已经认识到保护天然植被的重要性，并建设防沙林体系；因地制宜配置农林牧相结合的大农业结构；增加投入，改善土壤的良性循环，提高单产；计划生育，控制人口增长。这些措施都大大加强了绿洲的稳定性。

5. 绿洲农田林网化颇有田园景色

策勒绿洲是一个以维吾尔族人民为主体的农业区，为减轻自然灾害、改善绿洲小气候，进而提高居民的生存条件和种植业生态环境的质量，当地人民素有在宅区、房前屋后种植树木、绿化环境的良好习惯，特别是在"三北"防护林建设的推动下，策勒绿洲农田防护林的建设得到了进一步地发展和提高。"三北"防护林建设第一期工程在全县范围内初步建成了窄林带、小网格、乔灌草相结合的农田防护林体系，森林覆盖率占耕地总面积的 11%以上。绿洲内条田面积一般在 7 公顷以内，各级林带配套、整齐，达到了农田林网化的要求，其中策勒乡、固拉哈玛乡和达玛沟乡的农田林网化水平较高。

这里应当特别指出的是，当地居民除在庭院内外栽植各种果树外，还常用桑、杏和桃树等配置毛渠和副林带，使绿色的大地经纬分明，别具一格。尤其在杏花、桃花竞相开放的季节，颇具有田园景色，这是新疆北部的绿洲所不及的。

二、绿洲的生态环境问题

策勒绿洲是较稳定的，但也存在着若干影响、危害绿洲生态环境的问题。

1. 绿洲外围天然植被破坏严重

过去，策勒绿洲外围曾有着较好的天然植被。下述资料虽不足以窥全貌，但完全可知其大略。

1889 年，别夫错夫自和田东行途经策勒绿洲西部时，沿途曾看到两个驿站，并常见有柽柳生长的景象。27 年之后的 1916 年，国人谢彬穿行这一条线路时，沿途景色大体与前者所见到的情况相同。1946 年《策勒县治形势图》中且有绿洲北部边缘丛生有宽 30 余公里的大量柽柳灌丛及芦苇植被的记述。1947 年《新疆策勒县兵要志调查报告书》在描写绿洲边缘地带的胡杨林时曾有"面积辽阔，丛生各处"，且"林内可隐蔽步骑兵种"等字句，足以可见其茂密程度与生长状况。直至 1949 年，在策勒河道下游沿岸仍分布着天然胡杨林 1.7 万公顷左右，绿洲西部 10 多公里处且有"林木稠密、村舍相望"的自然景色。上述可见，50 年代以前，策勒绿洲外围的天然植被是破坏较轻、保存较好的。

50 年代以后，策勒绿洲迅速发展，人类活动频繁，强度大，对外围天然植被带来了深刻影响。

据统计，绿洲居民 1986 年比 1949 年增加了 35 425 人，其燃料的需求一项即毁坏了相当可观的天然植被。据调查，仅策勒乡巴扎每年即有 225 万公斤烧柴上市，其中大约三分之二是活根。这一数字，约相当于 0.13 万公顷柽柳的年生长量。如按每公顷乔、灌木植

被薪炭柴现存量3 375—7 500公斤计算，策勒乡巴扎上市薪炭柴即有20—40公顷天然乔、灌植被被完全砍伐或严重受到破坏。必须指出，上述数字尚未包括当地居民自樵、自用不上市的部分。粗略估计，30多年来，策勒乡西北方向大约100平方公里范围内的沙区，80%的固沙植被已被彻底破坏，现仅保存有0.27万公顷左右。其中胡杨、柽柳几乎全被砍光，草本固沙植被的平均盖度仅有5%左右，部分地段生长较好的骆驼刺群落，盖度也只有15%。在整个绿洲北部，柽柳灌丛带已向北退缩了10—20公里，原有的1.1万公顷胡杨林地现仅存0.5万公顷，且林相破烂不堪。据在达玛沟乡的托孜艾根和固拉哈玛乡的卡尔苏艾根一带5公顷面积内的调查，活胡杨只有6株，其中含次生植株3株，干死残株25株，柽柳也不多见，沙丘间仅有少量的骆驼刺和猪毛菜等耐旱植物。残留的柽柳包上，人为砍伐的痕迹到处可见。天然植被受到严重破坏，致使整个绿洲外围的绝大部分固定、半固定沙地业已重新活化为半流动和流动状态，在热瓦克至沙瓦克之间，流沙前沿距离县城只有1.5公里，大有兵临城下之势，问题十分严峻。

开荒也破坏了不少天然植被。1985年策勒县的耕地面积较1949年增加了0.9万公顷。开垦荒地不仅面积大，且多是水土条件优越、天然植被较好的放牧地或打草场。

另外，策勒县的地表水，绝大部分都用于农田灌溉，多年来，绿洲外围天然植被严重缺水，植物仍处于进一步衰退状态，急需改善。

2. 沙害突出

策勒绿洲所处的自然地理位置及其生态环境条件是沙漠化发生的基础。不适当的人类活动，如破坏绿洲外围天然植被，盲目开垦农田，又加剧了其沙漠化的程度。

解放以来，策勒绿洲西部的策勒乡被流沙埋没的耕地达0.13万公顷，是该乡1949年耕地面积的25%左右。由于沙丘包围房屋，迫使60户居民搬迁。策勒乡耕地西界整体上向东退缩2公里多，少者也有100余米。至于耕地以外的胡杨林、灌木林带几乎濒于消失，有些地方耕地直接与茫茫沙漠相连，解放初期25公里长的胡杨林带已被破坏殆尽，地面沙丘密布。

1976—1981年，策勒乡被流沙埋没的农田达408公顷，受灾耕地面积达1 000公顷以上，是策勒乡1976年耕地面积的17.4%。在策勒绿洲西部的五大风口处流沙向绿洲侵入更为严重。在热瓦克、沙瓦克风口一带沙丘平均向前移动速度36—44米/年，无植被屏障的沙丘移动速度更快。1986年5月18日的大风，使2米高的沙丘向前移动了6米，1米高的沙丘向前移动了8米。热瓦克—卡牙各其一带的沙垄不断深入绿洲腹部，前锋距离策勒县城仅有1.5公里，由于流沙入侵，耕地土壤覆沙严重，策勒乡原十三大队靠近沙包一带，耕地地面覆沙层厚度达30—40厘米，改变了原来土壤的灌淤熟化过程，质地变轻，土壤肥力下降(表1)。

表 1 策勒绿洲覆沙土壤与邻近土壤养分含量对比

土壤名称	采样地点	有机质(%)	全氮(%)	速效磷(ppm)	速效氮(ppm)	速效钾(ppm)	pH值
沙壤淡黄土	策勒乡原十四大队	0.9807	0.0878	8	38.5	113	8.6
覆沙淡黄土	策勒乡原十三大队	0.8788	0.0618	1.5	26.6	85	8.7

固拉哈玛乡北部的原十四大队北部边缘地带，以前是红柳丛生，胡杨成林，后来由于地表水难以到达，又加大量樵采破坏，现在这里以北15公里之内的沙丘活化，并开始向南侵入。20多年间沙丘已经向前移动了1公里，仅十四大队就有约40公顷耕地被流沙埋没。

总之，自解放以来，随着人口的增加，策勒绿洲的沙漠化不断扩展，50年代末至70年代末的20年间更为严重。绿洲边缘植被退化，风沙猖獗，进而导致绿洲内部耕地肥力下降，单产降低。如1958年策勒绿洲平均粮食单产1 800公斤/公顷，到1977年下降为1 650公斤/公顷，其中策勒乡1958年为1 695公斤/公顷，1976年仅为1 147.5公斤/公顷。

3. 风害严重

威胁策勒绿洲农牧业生产的自然灾害中，以风害最为严重。

策勒县八级以上的大风，通常每年出现3—5次，最多可达9次，具有持续时间长、强度大和破坏性严重的特点。1979年5月13日一场大风持续15个小时，有时则连续达2—3天。大风到来时，常可折断树木、吹散畜群，造成果树落花、落果。特别是风中携带的沙粒对作物危害更甚，棉花几乎每年遭受风吹沙打造成损失，成为该县植棉业的一大危害。1986年5月18日的一场巨大黑风暴，棉苗受害面积达1 512公顷，占播种面积的90%；小麦受害面积92公顷，占4%以上，瓜类作物受害面积140公顷，占9%；吹断各种树木463棵；各类果树被吹落的幼果50万公斤；造成牲畜死亡1 996头；吹倒房屋25间。这次大风的直接经济损失达168万多元，间接经济损失500多万元。策勒绿洲处于风沙前沿，总是历次大风的严重受害者。

另外，干热风对农业生产的危害也不能低估，一般年份小麦受干热风危害要减产5%左右。严重年份达到10—15%。玉米、油料作物和果树受干热风危害轻些，但也常带来许多不利影响。

4. 水资源分配不均，春旱突出

策勒县河流的年径流量为5.85亿立方米，平均每公顷耕地占有水量12 500多立方米，加之有一定的地下水，水资源尚称较丰富。然而水量的季节和地区分配不均，成为该县农牧业生产中主要生态环境的问题之一。

如巴大干灌区每公顷耕地占有河水径流量11.5万立米，但固拉哈玛灌区则只有1.3万立方米，仅为前者的九分之一。策勒绿洲每公顷耕地平均占有水量15 870立方米，三个小灌区每公顷耕地占有水量则从1.3万立方米变化到2.1万立方米，也存在着显著差异。显然，这是该县的河流独立性强，相互间调济困难等客观因素所造成的。

据分析，全县河流的径流量以夏季最大，春秋次之，冬季最小。策勒绿洲主要两条河流(策勒河和奴尔河)年径流量的季节分配规律是：春季占11.0%；秋季占10.4%；夏季占75.3%；冬季仅占3.3%，其数值与全县范围内的平均值大体一致。

河流流量季节分配不均的特点，使策勒绿洲出现春季干旱，其中策勒灌区最为严重。很多年份，因缺水春播作物不能适时下种，或勉强播种，因土层干燥种子难以萌发，即使出苗也难免干旱的胁迫。策勒乡1961—1977年连续17年中，有8年为轻旱年，其出现率占

47%；7 年为重旱年，占 41%；中旱和不旱年只有 2 年。显而易见，策勒绿洲的春旱是非常严重的。这个问题至今尚未得到明显好转，仍然是该绿洲的一个重要生态环境问题。

5. 土壤肥力低，易产生盐渍化

绿洲土壤主要是棕漠土与灌淤土，总的来看，这两类土壤都是在极端干旱的荒漠气候条件下形成的，均有土壤质地轻，表层干燥，结构松散，微生物活动弱，缺磷低氮，有机质含量低等特点。相比之下，后者土壤肥力较前者稍高。

表 2 和田地区不同类型土壤肥力状况

土壤类型 \ 肥力指标		有机质（%）	全 氮（%）	水解氮（ppm）	全 磷（%）	速效磷（毫克/100克土）
灌淤土		0.554	0.030	33.3	0.065	0.069
棕漠土	灌耕棕漠土	0.518	0.039	23.9	0.060	0.058
	覆沙灌耕棕漠土	0.321	0.018	19.7	0.063	0.038

土壤肥力低严重地影响了农业生产，土壤盐渍化问题也是农业生产的一大障碍。例如在固拉哈玛乡与达玛沟乡之间修建卜纳克水库，蓄水后，附近农田地下水位上升，又加上过量的灌溉，使这里土壤迅速发生次生盐渍化。据 1980 年土壤普查资料，水库周围盐渍化耕地已有 171 公顷。全县盐碱地已有 3 200 公顷，其中耕地中中度以上盐渍化面积达 1 047 公顷。

三、绿洲的维护

根据绿洲的特点和生态环境问题，对策勒绿洲治理和维护的重点应是有效地增加绿色覆盖，防止外围有害物质流侵入绿洲，在此基础上进一步改善其内部生态环境质量，提高生态系统的生产力。

1. 保护绿洲外围天然植被，多渠道解决绿洲居民的燃料问题

天然植被可增加下垫面的粗糙度，降低风速和阻沙固沙，其生态意义远大于短期行为所取得的经济效益。然而，它们均不同程度地具有一定的脆弱性，人为干扰和自然因素均可导致生态平衡失调。为发挥天然植被在防风固沙中的生态功能，对绿洲外围 1 —3 公里范围的植被应实行封闭或半封闭，杜绝樵采，严格控制放牧强度，并在夏季引用农田剩余水灌溉，使业已退化或严重破坏的植被得以恢复。策勒乡十四大队在沙漠中对 333 公顷破坏严重的胡杨林实行封闭并引洪灌溉，短短数年已取得显著效果。中国科学院策勒治沙试验站在策勒乡进行治沙研究中，1984—1987 利用夏洪灌溉恢复天然植被1万公顷。据 1987 年 5 月 13 日在热瓦克风口对盖度为 80 %的骆驼刺群落防风效益的测定表明，在距地面 1.5 米高处的风速比旷野同一高度降低 48 %，1 米高度的风速降低 69 %，0.3 米高处降低 80 %。由此可见，保护和恢复天然植被不仅具有显著的生态效益，方法也行之有效，应大力提倡。

绿洲外围天然植被遭到破坏的主要原因，一是由于强度樵采薪炭柴，二是盲目开荒。后者，目前已得到初步控制，且粮食问题可通过提高现有农田生产力等途径予以解决，然而樵采天然植被现象至今未能得到根本性缓解，问题依然很严重。其原因是由于绿洲人口迅速增加，对燃料的需求量也随之水涨船高，加之该绿洲远离煤炭产地，燃料来源目前十分单纯，因而仅靠小面积的薪炭林远不能解决根本问题。所以，多渠道解决燃料问题迫在眉睫，特别是充分利用太阳能这一充足的廉价资源，大力推广太阳灶，前途广阔。它是维护绿洲的百年大计，社会各方应予以足够重视。与此同时，利用夏季农田多余水，结合农田防护林的建设，改善绿洲生态环境，应当进一步大力营造薪炭林，推广节柴灶。

2. 进一步健全和完善绿洲外围防护林体系及其结构

研究证明，绿洲外围防护林体系对防风、防蚀、减少输沙量、提高大气湿度、减少蒸发量、降低大气温度和土壤温度等诸方面均有显著的生态效益。策勒绿洲的防护林体系现已初具规模，其典型的模式是，防沙前沿有拦沙河，向内是灌、草片带和人工灌木林。这种草本层和灌木层对固定流动、半流动沙丘，阻止沙漠向绿洲侵入具有重大作用。在靠近绿洲边缘的地带则是窄带多带式乔木防沙林带。事实证明，这一防护林体系模式在和田地区是比较适用的，应予以大力推广。为了进一步提高绿洲防护林体系的效益，笔者建议在下述两方面加强工作。一是在乔木防护林带内加入草本层。草种的选择可以考虑苜蓿、红花、沙打旺和红豆草等。林带内草本植物的配置不仅可提高生态效益，改善林带内的小环境，并能获得一定的经济效益。二是对绿洲西北方向建立的"万亩"防护体系，近期应尽快向西边与北边延伸，并使之形成一条连绵不断的绿色屏障。这是因为西、北方向是沙漠危害绿洲的最危险地区。

3. 推行草田轮作制，提高土壤肥力

改善绿洲内部的种植业结构是提高土壤肥力的根本性措施之一。当前种植业中，应大力倡导，用地养地相结合，推行稳产高产的草田轮作制度。这种种植业制度的推行，可能要减少一些粮棉种植面积、增加一定的种草面积，这并不意味着要大幅度地减少粮棉产量。事实相反，推行草田轮作制成功的地区和单位，不仅改善了土壤质量，也大幅度提高了作物单产和总产。从生态、经济角度考虑，在扩大种草面积的同时，相应发展一定数量的养殖业，必然是可行的。当然，草田轮作制中种植粮、棉与草的比例和轮换周期等，要因地制宜，经过试验寻求一个最优的轮作方案。

4. 开源节流，挖掘水资源潜力

水是绿洲生存与发展的命脉，增加绿洲的有效水量即有助于增强绿洲的生命力。

提高水的转化率与利用率是水资源节流的两个有效途径。

策勒县每公顷耕地每年占有净水量 7 500 立方米左右，而农产品收获量却很低。其主要原因是土壤渗漏大、蓄水性差、土壤肥力低等因素限制了水的有效转化。因此，在该绿洲进一步重视改善土壤的理化性状，因地制宜地大力推广各种方式的节水农业，则可一定程度地提高水的转化率。

策勒灌渠、固拉哈玛灌渠、达玛沟灌渠的渠系利用系数分别是 0.35、0.50、0.50，平均

渠系利用系数只有0.45，即一半以上的水渗漏浪费。这种状况的改变，可从建设防渗渠道和渠系配套工程，加强灌溉管理和工程管理，确定合理的灌溉定额等多方面开展工作。

蓄洪与开采地下水也是水资源开源的主要内容。策勒县每年抛弃的洪水约1.5亿立方米，地下水储量也很大，是重要的后备水源。修建山区水库，引洪蓄洪，打机井建设水源地，更多地开采地下水是增加水量、改变干旱区面貌的重大步骤。但工程难度大，需要投资多，主要作为长远的努力方向，近期可量力而行。

此外，应进一步测算水资源分配状况，研讨水资源优化利用模式，加强水资源的整体规划与开发利用工作。如洪水通过绿洲外围植被区进入沙漠的水到底有多少需要测算，若截流更多的洪水于绿洲是否会导致绿洲外围带生态平衡失调等问题都需要进一步研究。

5．落实计划生育政策，控制人口增长速度

大自然赋予人类的自然资源是有限量的，开发潜力也是有限度的。而人类的自然繁衍能力则是无限度的。特别是对限制性资源（如水、土）紧张面人口发展迅速的策勒，这一问题就更加不可回避。策勒县1949年人口为58 772人，1985年则增至105 803人，36年间增加了80%。如此下去，人口数量很快超过自然资源的最大负荷能力，提高人民生活水平就更加难以实现。因此，控制人口增长速度已是迫在眉睫的大事，而有效的途径还是要坚决贯彻落实计划生育政策。

参　考　文　献

[1] 张立运等，1990，莫索湾一五零团场绿洲生态环境的基本情况及其保护，干旱区研究，7(2)。

塔克拉玛干沙漠古地理环境变迁及其植被发展演化*

牛 文 胜

摘 要

本文在分析了大量有关塔克拉玛干沙漠地区的构造地质和古生物等资料基础上，从整体上恢复了该地区的古地理环境及植被演变，得出以下结论。

1．古生代：海盆发育阶段，气候为热带-亚热带类型，植物群以原始蕨类、石松类、木贼类和种子蕨为主，属维斯发植物群，到晚古生代后期相邻地区植物相继渗入。

2．中生代：断陷-拗陷分割的盆地发育阶段，气候为热带-亚热带类型，植物群以裸子植物为主，晚期出现了被子植物。

3．晚白垩世至早第三纪：西部为浅海环境，东部为广泛的拗陷盆地，气候属亚热带类型，早第三纪中期气候转凉。晚白垩世以旱生蕨类、裸子植物为主，早第三纪以被子植物为主。

4．晚第三纪到第四纪：封闭性盆地发展阶段，从上新世沙漠开始形成，气候进一步旱化、转冷，四周山地出现冰川。植物群以灌木、草本为主，落叶阔叶林迅速减少，常绿植物已绝迹。

为了更全面地探讨和研究塔克拉玛干沙漠植被的性质，本文试图反映塔克拉玛干沙漠自古生代以来的古地理环境变迁和植被的演变发展。

塔克拉玛干沙漠位于塔里木盆地中央，在构造上隶属塔里木地台。塔里木地台的褶皱基底形成于20亿年前的五台运动，后来又经过晋宁运动，塔里木稳定的陆块已基本形成[3]。

震旦纪整个塔克拉玛干沙漠所在的塔里木盆地为塔里木海[2]。早震旦世塔里木海气候寒冷，在海域周围岛屿有两次冰期；晚震旦世初冰川消融，气候转暖；晚期第三次冰期来临，气候再次变冷[2,7]。震旦纪的生物界以低等的藻类为主，如：蓝藻、绿藻、褐藻等。

塔里木盆地是在前寒武纪的稳定性古老地台基础上，经过几个阶段的演化，最终发展成为一个大型组合叠加盆地。下面分阶段论述塔里木盆地的演化发展。

一、古生代古地理及植物群

古生代分两个时期，早古生代属加里东旋回；晚古生代属华力西旋回。

寒武纪、奥陶纪、志留纪时塔里木盆地为塔里木海。在南缘有塔南陆，北缘主要是些岛屿，到志留纪末这些岛屿合并为统一的塔北岛，塔南陆面积也有所扩大[2]。志留纪末发生

＊在本文写作过程中，何卓生、阎顺两位老师给予了很大帮助；张立运、张佃民两位先生对本文提出有益的意见，在此一并致谢。

的晚加里东运动波及到地台内部，形成了下古生界的大型平缓地背斜和地向斜，即为隆拗构造格的雏形[4]。

早古生代塔里木海处于热带-亚热带环境。总体上，气候温暖湿润，但各个时期又有变化，其中中寒武世及志留纪气候燥热[2,3,5,6]。早古生代的植物界仍以较低等的海生菌藻类为主[2,8]。

晚志留世末发生的晚加里东运动使陆地面积扩大，塔里木海在早、中泥盆世发生海退形成了陆地边缘区，直至晚泥盆世受早华力西运动的影响，塔里木地块边缘区上升为陆，形成了塔里木平原，并与塔南低山丘陵、塔北丘陵、柴达木连为统一的陆地。进入石炭纪，古地理环境发生了重大变化，自西向东先后发生了大规模海侵，塔里木海为稳定的陆表滨-浅海，处于海陆交互环境，以海相为主。晚石炭世晚期，华力西运动使塔里木地区大面积上升，并且产生东升西降，塔里木海西退，仅残存于西北和西南边缘，形成了广阔的巴楚-和田平原，地势东高西低。早二叠世中、晚期的末期华力西运动表现为大面积的同步上升运动，早二叠世保留在西北和西南边缘的海域也上升为陆地，形成了昆仑以北广泛的陆地环境。古生代末塔里木地台结束了海盆发展阶段从此进入了中生代分割的拗陷-断陷陆盆时期[1-4]。

早、中泥盆世气候干燥炎热，蒸发量大，海水盐分偏高。这一点由岩相分析可知，岩层以紫红色偶夹灰绿色薄层条带状石英细砂岩与含粉砂质泥岩为主。晚泥盆世塔里木区全部为陆地，塔里木平原仍以紫红色碎屑沉积和具盐渍化现象的白云岩及岩盐夹层为主，表明当时气候干旱炎热，处热带-亚热带环境[2,9]。由于石炭纪大规模海侵，塔里木区处于海陆交互环境，气候温暖湿润，植物繁盛，具有工业煤层和较多的煤线就是很好的证据[2,10]。早二叠世气候与石炭纪相似，气候潮湿炎热，有煤层形成。晚二叠世受海退影响，大部分地区燥热，而在沼泽湖泊多水地区也有煤层形成[1-3]。

早古生代末期开始出现了陆生植物，在晚古生代形成了以蕨类植物和裸子植物为主的茂密森林，成为石炭、二叠纪重要造煤植物。

据古生物化石资料[8]，早泥盆世北疆海边缘出现了最原始的维管植物裸蕨类，从此出现了第一批陆地植物。早泥盆世有裸蕨类的：塞洛普蕨属(*Salopella*)、伞蕨属(*sciadophyton*)、带蕨属(*Taeniocrada*)，工蕨类的：工蕨属(*Zostophyllum*)、叉轴蕨属(*Hostimella*)，石松类的：镰木属(*Drepanophycus*)等。晚泥盆世裸蕨类多已绝灭，代之而起的是大量进化的石松类、古蕨类和少量种子蕨，代表植物有：(*Lepidosigillaria*)、拟鳞木属(*Lepidodendropsis*)、原始鳞木属(*Protolepidodendron*)、圆印木属(*Cyclostigma*)、古封印木属(*Archaeosigillaria*)、薄皮木属(*Leptophloeum*)、楔羊齿属(*Sphenopteris*)等。上述植物主要出现在北疆，泥盆纪塔里木地区气候干旱炎热，植物发育较差，化石发现较少，但种属组成与北疆相比差别不大[2,16]。泥盆纪陆生植物属种单一，从石炭纪开始植物界有了较大发展，加之陆地环境差异性，在晚石炭世全球植物群出现了分带现象[18]。

石炭纪塔里木地区气候潮湿炎热，但广大地区为海水占据，仅在塔里木海边缘分布有少量植物。早石炭世塔里木海周缘植物群与晚泥盆世基本相似，同时出现了一些新属种，主要代表植物有：拟鳞木属、先鳞木属(*Prelepidodendron*)、鳞木属(*Lepidodendron*)、亚鳞木属(*Sublepidodendron*)、楔叶属(*Sphenophyllum*)、古芦木属(*Archaeocalamites*)、扇羊齿属(*Rhacopteris*)、楔羊齿属等。中石炭世植物仍以石松类及木贼类为主，种子蕨

和真蕨类有了进一步发展，新出现的类型有：木贼类的芦木属(*Calamites*)、副芦木属(*Paracalamites*)；真蕨类和种子蕨类的心脉羊齿属(*Cordioneura*)、脉羊齿属(*Neuropteris*)等。晚石炭世植物群中石松类、木贼类植物地位下降，种子蕨和真蕨类进一步发展，并出现少量裸子植物。主要代表类型有[18,2]：种子蕨和真蕨类的脉羊齿属、楔羊齿属、栉羊齿属(*Pecopteris*)、査米羊齿属(*Zamiopteris*)；裸子植物的科达属(*Cordaites*)、匙叶属(*Noeggerathiopsis*)、侧羽叶属(*Pterophyllum*)；石松类的鳞木属；木贼类的轮叶属(*Annularia*)、芦木属(*Calamites*)等。

二叠纪是种子蕨和真蕨类繁盛的时期，石松类只有少量草本类型，裸子植物和楔叶纲植物产生了一些新类型。

早二叠世塔里木地区发生海退，气候潮湿炎热，海退后形成的巴楚-和田平原为植物界的发展提供了有利场所。早二叠世塔里木地区植物群主要代表有楔羊齿属、带羊齿属、栉羊齿属、芦木属；种子蕨和真蕨类的三角织羊齿属(*Emplectopteris*)、齿羊齿属(*Odontopteris*)、天山羊齿属(*Tianshanopteris*)、座延羊齿属(*Alethopteris*)、美羊齿属(*Callipteris*)、丁氏蕨属(*Tingia*)；楔叶目的芦孢穗属(*Calamostachys*)、瓣轮叶属(*Lobatannularia*)、帚叶属(*Koretrophyllites*)；裸子植物的瓦契杉属(*Walchia*)、科达属等。

晚二叠世塔里木平原气候发生旱化，早二叠世植物群的许多类型逐渐消失，代之而起的类型主要有：种子蕨的楔羊齿属、新疆羊齿属(*Xinjiangopteris*)、戈娅羊齿属(*Comia*)、枝脉蕨属(*Cladophlebis*)、美羊齿属、査米羊齿属、蒲逊格羊齿属(*Pursongia*)、裂鞘叶属(*Schizoneura*)、新芦木属(*Neocalamites*)；裸子植物的科达属、匙叶属、侧羽叶属、瓦契杉属、乌尔曼杉属(*Ullmannia*)等。

据古植物化石证明，塔里木盆地最早的陆生植物出现于泥盆纪。最初的陆生植物生存于相似的环境中，以致整个泥盆纪全球植物群比较单一，随着陆地植物向不同环境扩展，从早石炭世开始全球植物发生了最初的分异，逐渐形成了3个生态区：中间赤道热带地区，包括欧洲、北美，并沿古地中海到达东南亚的苏门答腊，这一生态区称谓维斯发植物区；赤道带北部温和寒冷地区形成通古斯(安加拉)植物区，包括亚洲的非热带区；赤道带南部温和寒冷区的冈瓦纳植物区。初期这三个区有许多相似之处，其植物起源一致，从中石炭世开始全球气候发生了巨大变化：欧美地区气候变得炎热而干燥，并逐渐获旱生植物的特征；冈瓦纳植物群因中石炭世以后的冰川作用而形成了特殊的舌羊齿(*Glossopteris*)植物群；通古斯(安加拉)植物群由于气候温暖而潮湿得以在早石炭世基础上继续发展，但在晚石炭世至早二叠世初，从安加拉植物群分化出一个特殊的植物群——华夏大羽羊齿(*Gigantopteris*)植物群[18,19]。早、中石炭世塔里木地区属维斯发植物群，晚石炭世在维斯发植物群基础上渗入少量冈瓦纳舌羊齿成分，如：*Pursongia*、*Zamiopteris*、*Noeggerathiopsis*等。早二叠世塔里木平原与华北古陆相通，部分华夏植物群成分，如：*Emplectopteris*、*Schizoneura*、*Taeniopteris*、*Tingia*、*Lobatannularia* 等进入塔里木平原，但缺乏典型的华夏植物群的代表植物大羽羊齿属(*Gigantopteris*)。早二叠世末南天山海槽隆起为陆，塔里木平原与北部的准噶尔古陆联成一片，安加拉植物群的成分混入塔里木植物群，如：*Comia*、*Callipteris* 等。晚石炭世至晚二叠世末塔里木植物群中欧美植物群成分无论是数量还是代表植物的典型性都很突出，有欧美植物二叠纪相当繁盛的 *Cordaites* 及欧美植物群代表植物：*Callipteris*、*Walchia*、*Odontopteris*、*Ullmannia*、*Alethopteris*、*Neuro-*

pteridium 等。

总之,塔里木盆地的植物群在早、中石炭世与欧美植物群统属维斯发植物群,晚石炭世至二叠纪这一植物群主体仍与欧美植物群一致,但由于毗邻各个植物群成分的混入,使区系成分更加复杂化[15,20,21]。

二、中生代古地理及植物群

中生代塔里木地区以断陷和拗陷盆地为主。三叠纪塔里木地区已与北方陆地连为一体,形成广泛的陆地环境,仅在南缘分布有松潘-甘孜海槽。在塔里木地区内部发育了几个大的拗陷盆地,其中最大的沉降中心是库车-满加尔盆地[2]。侏罗纪早期古地理轮廓与晚三叠世基本相似,但受晚印支运动的影响松潘-甘孜海槽消失,陆地面积进一步扩大,海域退缩到西南边缘,为古特提斯海东延的一部分。晚侏罗世末发生了燕山运动,许多盆地明显缩小,甚至消失,由侏罗纪狭窄型盆地转变为广阔的塔里木低地。早白垩世末发生的燕山中期运动,使盆地西南地区进一步下沉,古特提斯海海水由西向东侵进到伽师一莎车一杜瓦一线,形成了西塔里木海湾[39]。

中生代塔里木地区的气候为热带-亚热带气候,但各个地质时期又有所差异,早、中三叠世与晚二叠世相似属大陆性干旱气候;晚三叠世,早、中侏罗世属温暖湿润气候;晚侏罗至白垩纪气候再度转为热带-亚热带干旱气候[1,2]。

中生代是裸子植物繁盛的时代[17],古生代常见的种子蕨、石松类、楔叶纲植物部分地保存到早三叠世。从中三叠世起,裸子植物进入大发展时期,真蕨类也很繁盛,产生了许多新类型。中、晚三叠世我国有两个不同的植物群:北方的 *Danaeopsis-Bernoullia*植物群;南方的*Dictyophyllum-Clathropteris*植物群。塔里木地区的植物以南方的 *Dictyophyllum-Clathropteris* 植物群成分为主,并混生有北方植物群的成分[22-24]。植物类型以苏铁类和双扇蕨类为主,有苏铁类的侧羽叶属(*Pterophyllum*)、异羽叶属(*Anomozamites*)、尼尔桑属(*Nilssonia*)、篦羽叶属(*Ctenis*)、华篦羽叶属(*Sinoctenis*);双扇蕨科的网蕨属(*Dictyophyllum*)、格蕨属(*Clathropteris*)、荷叶蕨属(*Hausmannia*)、枝脉蕨属(*Cladophlebis*)等;还有真蕨类的星囊蕨属(*Asterotheca*)、托蕨属(*Todites*)、锥叶蕨属(*Coniopteris*);石松类的肋木属(*Plearomeia*);有节类的新轮叶属(*Neoannularia*)、拟轮叶属(*Annulariopsis*)、似木贼属(*Equisetites*),合囊蕨科的贝蕨属(*Bernoullia*),种子蕨的丁菲羊齿属(*Thinnfeldia*);松柏类的苏铁杉属(*Podozamites*)、罗汉松属(*Podocarpus*),开通科的鱼网叶属(*Segenopteris*),科达科的拟丝兰属(*Yuccites*);银杏类的舌叶属(*Glossophyllum*)等。

早、中侏罗世和晚三叠世气候基本相似,植物群的发展是连续存在下去的,与晚三叠世植物群相比无本质的区别,仍以双扇蕨科和苏铁类占优势,反映了潮湿炎热的热带-亚热带生境。早、中侏罗世喀什、和田、满加尔等地的地层中含有煤层,是很好的证据。自晚侏罗世开始气候变干,早、中侏罗世占优势的植物类型逐渐减少,并退居次要地位,代之而起的是真蕨类蚌壳科的锥叶蕨属(*Coniopteris*)和裸子植物的银杏类、松柏类的大发展。据孢粉资料[22-24],塔里木地区植物群属(*Coniopteris-Brachyphyllum*)植物群类型,主要成分有:真蕨类蚌壳科的锥叶蕨属、艾蕨属(*Eboracia*),紫萁科的托蕨属;裸子植物松柏类

的枞型枝属(*Elatocladus*)、坚叶杉属(*Pagiophyllum*)、短叶杉属(*Brachyphyllum*)、罗汉松粉属(*Podocarpidites*)、松型枝属(*pityocladus*)、苏铁杉属(*Podozamites*),银杏类的银杏属(*Gingo*)、似银杏属(*Gingoites*)、楔银杏属(*Sphenobaiera*)、拜拉属(*Baiera*)、线银杏属(*Czekanowskia*);还有双扇蕨科的网蕨属、格蕨属、拉蕨属(*Raphaelia*),苏铁类的异羽叶属、尼尔桑属,有节类的新芦木属、拟轮叶属(*Annulariopsis*)等。

塔里木地区三叠纪植物群和欧美植物群有很大一致性,它们所处的环境基本相同。侏罗纪世界气候温和均一,晚古生代形成的世界性植物群分异受气候均一性的影响,侏罗纪整个陆生植物群发生混合,并在很大程度上获得一致性,我国晚三叠世植物群分异在侏罗纪基本上消失。

早白垩世塔里木地区、我国南方、欧美地区及古地中海沿岸同处于干旱-半干旱热带—亚热带[1,2,18,25],植物群面貌相似,植物类型具有旱生性。据孢粉资料[24,26],塔里木早白垩世植物群以裸子植物松柏纲为主,但海金沙科、莎草蕨科、桫椤科、蚌壳蕨科等真蕨类植物也占一定比例。在早白垩世晚期原始的被子植物开始出现。植物类型主要代表有:松柏类的 *Podocarpidites*、*Platysaccus*、*Parvisaccites*、*Cedripites*、*Piceaepollenites*、*Abietineaepollenites*、*Araucariacites*、*Classopollis*;买麻藤类的 *Ephedripites*;苏铁类的 *Cycadopites*。蕨类植物以海金沙科和莎草蕨科为主,包括 *Cicatricosisporites*、*Lygodiumsporites*、*Schizaeoporites*、*Trilobosporites*、*Pilosisporites*;还有桫椤科和蚌壳蕨科的 *Cyathidites*、*Cibotiumspora*;紫萁科的 *Osmundacidites*、*Todisporites*;里白科的 *Gleicheniidites*、*Verrucosisporites* 等。被子植物包括与木兰科有亲缘关系的 *Magnolipollis*,和可能与百合科有关的*Clavatipollenites*。

三、晚白垩世至早第三纪古地理及植物群

由于晚白垩世早期晚燕山运动的影响,塔里木盆地西部继续下沉,塔里木地区西部晚白垩世至早第三纪共经历了 6 次主要海侵海退旋回[27]。晚白垩世海侵范围较小,在塔里木地区形成了西北-东南向长条带状陆表海——西塔里木海湾。早第三纪海侵范围和影响的地区较晚白垩世大,古新世和始新世西塔里木海分布范围最为广泛,海侵范围可能达到民丰以东,并且这次海侵影响到了库车盆地,在塔里木东部则形成广阔的拗陷盆地,发育了陆相红色碎屑岩,有夹膏盐层。

晚白垩世至早第三纪塔里木地区受亚热带东北信风控制,高温少雨,属干旱的亚热带气候[25],但由于塔里木西部海侵海退的影响,气候发生相对潮湿和炎热干燥的波动变化。特别是第三纪早期大规模海侵,导致气候较晚白垩世相对潮湿,并且自西向东气候逐渐变干,同期柴达本盆地和甘肃等地较塔里木地区干旱。从渐新世晚期开始受全球气候的影响,塔里木地区气候开始变凉,气温下降。

晚白垩世塔里木地区古植被与早白垩世相比发生了明显的变化,从晚白垩世开始被子植物逐渐发展,到早第三纪被子植物取代了裸子植物而居优势地位。塔里木地区晚白垩世植被属旱生类型,主要以耐干旱的希指蕨孢属(*Schzaeoisporites*)、掌鳞杉科的克拉梭粉属(*Classopollis*)、麻黄粉属(*Ephedripites*);还有一些被子植物,如:栎粉属(*Quercoidites*)、栗粉属(*Costanopollis*)、桃金娘科(Myrtaceae)、樟科(Lauraceae)等,它们多分布于

河流沿岸低地。

早第三纪植物群的特征是被子植物占优势，晚白垩世繁盛的旱生希指蕨孢属退居次要地位，裸子植物仅次于被子植物，一些古老类型，如：苏铁类、银杏类已经灭绝，以松类和南洋杉科为主，买麻藤纲的麻黄科也较晚白垩世在数量上有所减少。早第三纪早期被子植物以喜热常绿热带植物为主，它们属于波尔塔瓦植物群成分[18,41]，主要代表有：铁青树科(Olaceae)、檀香科(Santalaceae)、梅杨科(Myriaceae)、山龙眼科(Proteaceae)、山榄科(Sapotaceae)、桃金娘科(Myrtaceae)、木兰科(Magnoliaceae)、百岁兰科(Welwitschiaceae)、昆栏树属(*Trochodendron*)、棕榈科(Palmae)、大戟属(*Euphorbia*)、漆科(Anacardiaceae)及一些正型粉类(*Normapollis*)植物；还混生有少量图尔盖植物群成分——落叶阔叶植物：榆科(Ulmaceae)、胡桃科(Juglandaceae)、栎属(*Quercus*)等。

渐新世由于气候转凉[25,30]，湿度增高，塔里木地区植物群面貌发生了巨大变化，占优势地位的波尔塔瓦常绿植物被图尔盖落叶阔叶植物所取代，尤其是葇荑花序类植物进入大发展时期。同时晚白垩世形成的古地中海沿岸特有植物，随着海退在广阔的海滨低地定居发展。旱生植物，如：麻黄等，有所减少，中生性和水生草本植物增多。主要代表有：大戟属(*Euphorbia*)、栎属、紫树属(*Nyssa*)、芸香科(Rutaceae)、无患子科(Sapindaceae)、槭属(*Acer*)、木犀科(Oleaceae)、椴树属(*Tilia*)、藜科(Chenopodiaceae)、豆科(Leguminosae)、胡颓子属(*Elaeagnus*)、毛茛科(Ranunculaceae)、菊科(Compositae)、百合科(Liliaceae)、禾本科(Gramineae)、白刺属(*Nitraria*)、榆属(*Ulmus*)、榉属(*Zelkova*)、朴属(*Celtis*)、胡桃属(*Juglans*)、桦属(*Betula*)、鹅耳枥属(*Carpinus*)、柳属(*Salix*)等；裸子植物有：南洋杉属(*Araucaria*)、落叶松属(*Larix*)、松属(*Pinus*)、麻黄属(*Ephedra*)等；蕨类有阴地蕨属(*Botrychium*)、凤尾蕨属(*Pteris*)、水龙骨属(*Polypodium*)等。

四、晚第三纪至第四纪古地理及植物群

经早第三纪末的喜马拉雅运动第二幕，古地中海海水退出，塔里木地区形成陆地环境[26]。中新世发生的喜马拉雅运动第三幕对塔里木地区现代自然地理环境形成起了决定性作用，这一运动导致塔里木南侧的喜马拉雅山和青藏高原隆起，早第三纪准平原化的古天山和古昆仑山上升，介于二者之间的塔里木地区则相对下降，从此形成了统一的中间地块型塔里木陆相沉积盆地。气候也发生了深刻的变化，主要表现在三个方面[26]：①青藏高原的隆起阻碍了印度洋对塔里木盆地的水汽供应，同时古地中海西撤也加剧了盆地的旱化；②塔里木盆地周缘山地上升，地形的封闭，使气候大陆性显著增强；③受全球气候影响，气候进一步变冷。

随着古环境的变化，晚第三纪植被也发生了明显变化。塔里木盆地植被向暖温带旱生化方向发展，主要表现为灌木和草本植物增多，植被景观由稀树草原向荒漠化草原过渡。

中新世植被为稀树草原[33,40]，常绿的亚热带植物已基本上消失，落叶阔叶林以葇荑花序类植物为主，主要有：柳属、椴树属、胡桃属、桦属、鹅耳枥属、山毛榉属(*Fagus*)、杨属(*Populus*)、榆属等，它们主要沿河分布，平原区以草原为主，湖边浅水处水生植物广布，灌木和草本主要有：菊科、百合科、藜科、蓼科(Polygonaceae)、蒺藜科(Zygophyllaceae)、

眼子菜属(*Potamogeton*)、黑三棱属(*Sparganum*)、禾本科、麻黄属等，从起源上看，灌木和草本植物主要是由古地中海成分、中亚成分及广布世界的温带成分组成的。

上新世植被景观为荒漠化草原，植物类型以灌木、半灌木、草本植物为主[40,41]，有藜科、蓼科、蒿属(*Artemisia*)、麻黄属、柽柳属(*Tamarix*)、白刺属、禾本科、菊科、豆科、蔷薇科(Rosaceae)、石竹科(Caryophyllaceae)、十字花科(Cruciferae)、蒺藜科(Zygophyllaceae)等；落叶阔叶植物无论从种类还是数量上都有明显减少，主要有：榆属、杨属、桤属、栎属、桑属(*Morus*)、蔷薇属(*Rosa*)等；常绿树种几乎完全绝迹。

第四纪以来的新构造运动[2,26]，使塔里木盆地周缘山脉发生断块抬升，青藏高原大幅度隆起，并延续至今，地形更加封闭，气候更加干旱，大气降水显著减少，冰雪融水的作用逐步加强。塔里木盆地第四纪冰川主要是山地冰川，分布于四周山地，其作用主要表现为气温急剧下降。冰川作用形成的冰碛物和河流洪冲积物为第四纪塔克拉玛干沙漠的形成和发展提供了物质基础。在干旱气候下，植被稀疏，荒漠平原区河流频繁改道，以及风力搬运作用为沙漠的扩展提供了条件和动力。根据植被推测，随着上新世荒漠平原的发展，沙漠开始出现，但面积有限，从第四纪开始沙漠受气候波动性影响呈阶段性发展。

在第四纪气候持续旱化[34]、降温和沙漠化环境严重影响下，塔里木盆地的植被向旱生、盐生、沙生化方向发展，受气候波动性影响以荒漠和荒漠草原交替出现，但以荒漠为主。灌木和草本占绝对优势，在平原区广泛分布[34,40,41]，以藜科、禾本科、菊科、麻黄属、柽柳属为主，还有白刺属、蓼属、十字花科、蔷薇科、蒺藜科、豆科、车前属(*Plantago*)、旋花属(*Convolvulus*)、假木贼属(*Anabasis*)等。蕨类有阴地蕨属、水龙骨属等。木本植物主要是第三纪图尔盖植物群的残遗[30,33,40]，有杨属、桤属、榆属、桑属、桦属、柳属等，它们多沿河流分布，形成独特的荒漠河岸林景观。

随着第四纪塔克拉玛干沙漠的形成和发展，沙漠植被受流沙、地下水以及河流的影响，总盖度逐渐减少，并逐渐向河流两岸及地下水位较浅的地区龟缩，趋近现代植被。

参 考 文 献

[1] 中国科学院地质研究所等，中国古地理图集，地图出版社，1985.
[2] 新疆地质矿产局地质矿产研究所，新疆古地理图集，新疆人民出版社，1988.
[3] 中国科学院中国自然地理编辑委员会，中国自然地理 古地理 下册，科学出版社，1986.
[4] 王汉生，新疆塔里木盆地构造演化与勘探大油气田的方向，新疆地质，1986,4(3).
[5] 汪啸风，中国的奥陶系，地质学报，1980,54(1).
[6] 林宝玉，中国的志留系，地质学报，1979,53(3).
[7] 邢裕盛主编，中国地层(3)中国的上前寒武系，地质出版社，1989.
[8] 张日东等，新疆天山南北麓古生代地层，中国科学院古生物研究所集刊，1959,(2).
[9] 侯鸿飞等，中国泥盆纪古地理，古生物学报，1985,24(2).
[10] 杨式溥，中国的石炭系，地质学报，1980,(3).
[11] 常家康，塔里木地台西部陆相下二叠统对比，新疆地质，1988,6(3).
[12] 费雷克斯，L.A.(赵希涛译)，地质时代的气候，海洋出版社，1984.
[13] 方大钧等，古生物地层学，地质出版社，1979.
[14] 王 蕙，塔里木盆地棋盘-杜瓦地区早二叠世孢粉植物群及生态环境，古生物学报，1989,28(3).
[15] 吴绍祖，新疆二叠纪植物地理分区的初步探讨，中国古生物学会第12届学术年会论文摘要，科学出版社，1981.
[16] 新疆地质局区域地质调查大队等主编，西北地区古生物图册 新疆维吾尔自治区分册 (二)晚古生代，地质出版社，1983.
[17] 徐仁编著，生物史(第二分册)植物的发展，科学出版社，1980.

[18] 克里什托维奇,A·H·(姚兆奇等译),古植物学,中国工业出版社,1965.
[19] 赵治信,塔里木盆地西南缘石炭纪地层及其生物群,地质出版社,1984.
[20] 胡雨帆,新疆北部二叠纪植物化石及其区系,植物学集刊(2),科学出版社,1987.
[21] 李星学等,东亚石炭纪和二叠纪植物地理分区,中国古生物地理区系,科学出版社,1983.
[22] 吴舜卿,试论中国晚三叠世和早、中侏罗世的植物群及其地理分区,中国古生物地理区系,科学出版社,1983.
[23] 新疆地质局区域地质调查大队等主编,西北地区古生物图册,新疆维吾尔自治区分册(三),地质出版社,1984.
[24] 何卓生等,库车河孢粉分析鉴定报告,西北石油局地质大队实验室,1985.
[25] 中国科学院中国自然地理编辑委员会,中国自然地理　古地理(上册),科学出版社,1984.
[26] 何卓生,新疆塔里木盆地早白垩世孢粉组合,植物学报,1988,30(4).
[27] 雍天寿等,古特提斯海北支塔里木海湾岩相古地理,科学出版社,1989.
[28] 余静贤,新疆莎车地区晚白垩世孢粉组合,地质学报,1981,55(2).
[29] 赵英娘,新疆莎车盆地和库车盆地第三纪孢粉组合,中国地质科学院地质研究所集刊(4),地质出版社,1982.
[30] 阎　顺,新疆库车盆地第三纪孢粉组合及其所反映的自然环境,新疆地理,1983,6(4).
[31] 黎文本,中国早白垩世孢粉植物群及其地理分区,中国古生物地理区系,科学出版社,1983.
[32] 郭双兴,我国晚白垩世和第三纪植物地理区与生态环境探讨,中国古生物地理区系,科学出版社,1983.
[33] 中国科学院新疆综合考察队,新疆植被及其利用,科学出版社,1988.
[34] 周廷儒,关于新疆最近地球历史时期的古地理问题,北京师范大学(自然科学版),1964,(1).
[35] 宋之琛,甘肃酒泉第三纪红色岩系的孢粉组合及其在地质学和植物学上的意义,古生物学报,1958,6(2).
[36] 徐　仁,柴达木盆地第三纪沉积中的孢粉组合及其在地质学上的意义,古生物学报,1958,6(4).
[37] 严富华等,新疆罗布泊4号井的孢粉组合及其意义,地震地质,1983,5(4).
[38] 颜玉贵等,塔里木盆地石油地质几个问题的探讨,中国科学B辑,1983,(1).
[39] 朱天锐,塔里木盆地及邻区第三纪沉积岩发育的探讨,地质评论,1982,28(4).
[40] 王树基等,天山南北麓新生代地理环境演变,地理学报,1987,42(5).
[41] Wan Shuji, Evolution of the Geographyical Environments of the Southern and Northern Piedmonts of the Tianshan Mts. in the Cenozoic Era, Chinese Journal of the Arid Land Research, 1988, 1(1).

乌鲁木齐河中下游的植被及人类活动的影响

张立运　李小明　海　鹰*　安尼瓦尔

摘　要

乌鲁木齐河中下游属温带荒漠气候，地带性植被是荒漠。无灌溉即无农业。生态环境严酷、脆弱、易于破坏，植被资源贫乏，草场类型单调，质量低劣。30年来，人工绿洲群起，城镇扩展，盲目开垦，占用了大面积的天然植被；上部拦截水源，下部提取地下水，使下游植被正在衰退和消失；平原兴修水库，盐生植被迅速扩展；过牧和掠夺式樵采等人为活动也使天然植被破坏严重，导致局部地区沙丘活化。但目前还缺乏足够的证据表明古尔班通古特沙漠正在大幅度向南移动。

乌鲁木齐河(以下简称乌河)发源于天山北坡，在中、高山带汇聚数十条大小山泉、溪流，在白杨沟口出山，经过山前洪积扇，大部变成潜流汇入乌拉泊。过去，乌河纵穿乌鲁木齐后，在红山嘴以北约5公里处，重新变成伏流，然后于米泉县境内青格达湖一带复出形成老龙河，继续蜿蜒北流，注入古尔班通古特沙漠南部的东道海子和白家海子，全长160余公里。50年代对该河进行整治，乌拉泊以下河段为和平渠所代替，直接从乌拉泊水库引水灌溉，尾水蓄于青格达湖水库(即猛进水库)和八一水库，以供下游地区灌溉之用。近30年来，随着中下游地区工矿业发展，屯垦造田，兴建绿洲，人口增加，造成上部用水紧张，下游水源减少，过量提取地下水，引起地下水位下降。老龙河断流，东道海子和白家海子干涸。昔日水波荡漾的芦苇沼泽，现在是一派荒漠化景象。

根据水文、水文地质和流域自然地理景观特征，自上而下可把乌河划分为三段，即白杨河沟口以上为上游河段，其下至泉水溢出带河段为中游，以下至东道海子和白夹海子为下游。本文拟对南起白杨河沟口，北至东道海子，西以头屯河为界，东止甘泉堡至102团农场的柏油马路范围内的植被现象及人为活动的影响进行简单论述。

一、自然条件的基本特点

本区位于新疆北部准噶尔盆地南缘，南抵天山山麓，北接古尔班通古特沙漠。其地理坐标是北纬43°33′—44°50′，东经87°13′—87°43′。纬度位置决定了这里属于温带荒漠气候。其自然条件，至少可指出以下几个基本特点。

---

* 新疆师范大学地理系。

1. 干旱是生态环境的基本特征，决定了这里的水平地带性植被是荒漠，无灌溉即无农业

深居内陆、远离海洋的地理分布格局，限制了到达这里的水汽来源少，加之新疆周围依高山的地形特点，更加强化了广大平原地区的大陆度和干燥度及其相联系的荒漠化景观。本区也不例外，年降水量很小，其分布特点是：北部甚少，不足150毫米，南部稍多，但也不超出300毫米。相反，蒸发则十分强烈。北部临近沙漠边缘地区的年蒸发量接近2 500毫米，约相当于年降水量的20倍。南部临近山缘一带，年蒸发量小些，也有2 000毫米，为降水量的8倍以上。显而易见，干旱是研究地区生态环境的基本特征，决定了耐干旱的荒漠植被得到广泛发展，并且有明显的水平地带性质。大气降水远远不能满足植物生长的需要，是限制高生物量形成的生态障碍。农业生产中，种植业必须依靠人工灌溉，无灌溉即无农业。

2. 冬春季有一定雨雪，为春季草被的发育提供了必要的水分条件，有利于冬小麦越冬

年降水量小，变率大，且年内分配不均匀，这是研究地区降水的一个特点。多年平均，南部的降水变率为2，北部是2.6。其年内分配，以月计，北部1月份最小，仅有4.8毫米，6月份最大，18.1毫米。从季节看，北部夏季降雨最多，占全年降水总量的32.6%，春季少些，占30.3%，冬季最少，仅占12.6%；南部降水最多的季节是春季，占全年的33%，冬季最少，仅有11.8%。若以冷(冬春)暖(夏秋)两季论，北部冷季略少于暖季，占全年的42.9%；南部也存在大致相同的规律，冷季占全年的44.8%，暖季占55.2%。与冷季降水相联系，南部稳定积雪时间127天，稳定积雪厚度30厘米左右，最大接近50厘米；北部沙漠边缘地区少些，稳定积雪天数也有百天以上，深度18厘米。

以上粗略分析可以看出，研究地区年降水量虽小，干旱是生态环境的基本特征，但冬春仍有一定降水，特别是有一定的积雪，且延续时间很长，其生态意义并不次于夏秋季降水。因为它为研究地区的低山、丘陵、洪积扇和沙漠环境春季草被的发育，特别是短命植物的生长创造了必需的水分条件，为家畜春季放牧提供了物质基础，同时稳定的积雪对保证冬小麦越冬也十分有利。这里也应当指出，乌河中下游地区冬季积雪不稳定的情况依然存在，积雪薄而少的年份，则造成冬小麦大量冻死，短命植物发育不好，给农牧业生产带来巨大影响。

3. 夏季光热资源丰富，可以满足植物生长的需要

冬季寒冷、漫长，夏季炎热、温差大，是温带荒漠地区气候的一个特点。研究地区月均温<0℃的时间长达5个月之久，最冷月出现在1月，南部均温为-15.4℃，绝对最低-41.5℃；北部均温接近-20℃，绝对最低-42.2℃。研究地区冬季绝对最低气温值之大，对越冬作物不利。据乌鲁木齐县农业区划的资料，连续21年中仅有3年冬麦未受冻害，其他年份均有不同程度的低温伤害，大约每5—7年为一个严重冻害周期，因此要根据天气预报，合理安排冬麦播种比例。

与冬季漫长相联系，研究地区无霜期130天左右，北部长些也只有160天，植物生长

期短，宜发展一年一熟制农业，但对植棉业有一定限制。

研究地区冬季漫长、严寒，但夏季光热资源却相当丰富。平均气温≥20℃的时间约3个月左右，最热月出现在7月。月平均气温，南部为23.5℃，北部是25.5℃。绝对最高温，南部是40.5℃，北部为43.1℃。历年平均气候稳定>10℃的年积温，南部154.3天，积温3 063.3℃；北部167.4天，积温3 508℃。全年日照时数，南部为2 813.3小时，植物生长季节(4—9月)有1 728.1小时；北部为2 962.8小时，生长季节有1 837.9小时。生长季节中的日温差，南部为11.6—12.4℃，北部是16.6—18.1℃。简单分析可以看出，研究地区夏季虽然不长，但光热资源仍十分丰富，特别是日温差大，能够满足植物生长需要，有利于光合生产和糖分积累。北部蔡家湖地区甜西瓜含糖量高达13—17%，是北疆发展甜瓜、西瓜生产理想的基地之一。

另外，乌鲁木齐以北地区，夏收后至冬播仍有50—55天的生长期，>0℃的积温尚有1 500℃之多。因此，这段时间的热量资源，可复播蔬菜，也可种植牧草和油料，以利增加收入，改良土壤结构，提高土壤有机质含量。

4. 地貌景观分异显著，植物群落类型多种多样

乌河中下游最显著的地貌景观是平原。根据地表形态、质地及其成因，自南而北可粗略地将研究地区划分成4个景观单元。不同的植物群落总是与一定的生态环境相联系，因此每个地貌景观都分布有与其相适应的植物群落类型。被划分出的4个地貌景观单元是：

(1) 洪积-冲积倾斜平原：分布于研究地区南部，乌拉泊至妖魔山一线以南至天山北坡山缘。最显著的景观特征是缺乏地表径流、干燥和强烈砾质化。植物群落是低矮的小半灌木荒漠。

近山缘一带的洪积-冲积平原上部，其上均覆盖有一定深度的细土沉积，其下埋藏着深厚的砾石质层。这里的原始植被是蒿类荒漠，多少具有些草原化的色彩，目前多已开垦为农田。

(2) 低山、丘陵和河谷：分布于乌拉泊以北至鲤鱼山尾部，自然特征是低山岩石裸露、石质化、砾质化、荒漠化强烈发展。丘陵覆盖着黄土。植被仍以小半灌木荒漠为特征。妖魔山上部的山洼里已出现荒漠化草原和灌丛。河谷里是杨、柳、榆树疏林。由于这一景观类型交错于乌鲁木齐市区，其原始植被大多业已面目全非。

(3) 冲积平原：分布于乌鲁木齐市以北至沙漠边缘，以开阔坦荡为显著特色。质地为壤质或粘土质。溢出带上部的蒿类荒漠和芨芨草草甸已为农田所代替，溢出带的沼泽或已疏干为水稻田、水浇地，或为水库所淹没。下部，土壤不同程度地盐渍化，木本盐柴类荒漠和盐化灌丛获得发育。

(4) 沙丘和沙地：研究地区最北端是古尔班通古特沙漠，以固定、半固定和半流动为特征，质地为中细沙。主要植被是小半乔木荒漠和其它沙生植物群落。

综上可以看出，地貌类型的多样性，为不同植物群落类型的发育提供了立地条件。

5. 南北气候条件差异大，农业植被明显不同

本文主要讨论天然植被，这里对该特点暂不加以详细论述。

二、主要群落类型及其一般特征

根据植被的生态外貌和建群植物生活型特点，研究地区有如下群落类型。

1. 荒漠

(1) 小半灌木荒漠：由超旱生小半灌木为优势种所组成的这类群落，主要分布在南部山前倾斜平原、低山和丘陵。其自然地理特征是缺乏地表径流、荒漠化、砾石质化强烈，或有黄土覆盖。干旱、多风、植被低矮、稀疏、生物种的多样性小是生态环境的基本特征。

群落成员中，小蓬(*Nanophyton erinaceum*)、短叶假木贼(*Anabasis brevifolia*)和蒿类是优势种。前者与砾质化环境相联系，后者是黄土生境的形成物。而短叶假木贼则往往生长在上述两种植物的过渡性生境。环境的非均质性，使群落具有一定镶嵌分布格局。由其所形成的群落，外貌稀疏、低矮，并以结构简单、区系组成贫乏和生物量较低为特征。

群落主要植物物质集中分布在地上 5—20 厘米，总盖度 25% 左右，变化在 10—50% 之间。垂直结构不明显。种类组成 30—35 种。除优势种外，出现度和优势度较大的种有木地肤(*Kochia prostrata*)、驼绒藜(*Ceratoides latens*)、角果藜(*Ceratocarpus arenarius*)、叉毛蓬(*Peterosmonia sibirica*)以及短命植物小车前 (*Plantogo minuta*)、四齿芥 (*Tetracme quadricornis*)、扭果芥(*Torularia torulosa*)、鹤虱(*Lappula semiglabra*)、胡卢巴(*Trigonella foenum-graecum*)和马康草(*Malcolmia africana*)等。在冬雪春雨较多的年份，短命植物形成层片，构成这类群落结构的一个显著特点，成为家畜春季放牧的主要物质基础。据 5 月份对蒿类群落地上植物现存量的测定，每公顷鲜重 915 公斤。小蓬群落的现存量高些，每公顷可达 3 750 公斤以上，且产量比较稳定。但小蓬枝秆坚硬，草质低劣，利用率相当低，属于劣质草场。另外，环境质量很次，也缺乏农业开垦价值。

(2) 半灌木荒漠：这类荒漠群落主要由半灌木琵琶柴(*Reaumuria soongorica*)为建群种形成。在乌河下游之老龙河和二桐枯沟河间地曾有大面积分布，由于开垦，目前已所剩无几。其群落生境干燥，地下水深埋，土壤类型是盐化、碱化灰漠土或盐土。

群落低矮、稀疏。植物物质主要分布在 35—40 厘米的高度。盖度 20% 左右。区系组成贫乏，据不完全地采集和记载，约有高等植物 30 种左右。除优势种外，常见的伴生植物有白刺(*Nitraria sibirica*)、梭梭(*Haloxylon ammodendron*)、柽柳(*Tamarix* spp.)、角果藜、猪毛菜(*Salsola brachiata*)、无叶假木贼(*Anabasis aphylla*)和四齿芥、丝叶芥(*Leptaleum filifolium*)、荒地阿魏(*Ferula syrcitschicovii*)、厚翅芥 (*Pachypterygium multicaule*)、旱麦草(*Eremopyron orientale*)、离子草(*Chorispora tenella*)等。群落结构简单。生产力较低。据 6 月上旬测定，每公顷地上现存量鲜重 2 025 公斤，作为放牧场利用，可食部分仅有 40% 左右。

这类植物群落类型，或因分布零星、地形较差，或因水源不足，已无进一步开垦价值。

(3) 木本盐柴类荒漠：这类植被主要由藜科的一些木本盐柴类植物组成，其优势种

有囊果碱蓬(*Suaeda physophora*)、盐穗木(*Halostachys belangeriana*)、盐爪爪(*Kalidium foliatum*)、里海盐爪爪(*K.caspicum*)、盐节木(*Halocnemum strobilaceum*)等。除囊果碱蓬外，它们多共同形成群落，常零星分布于干沟两侧、水库周围及排水不良的低地。土壤为各类盐土。草丛高度45—65厘米，盖度10—20%，种类组成15种左右。除优势种外，常见者有多种柽柳、白茨、芦苇、花花柴(*Karelinia caspica*)、獐毛(*Aeluropus litoralis*)、骆驼刺(*Alhagi sparsifolia*)、多种猪毛菜(*Salsola* spp.)和大叶矶松(*Limonium gmelinii*)等。生物量低、草质差，属劣等草场，仅适合放牧骆驼。

(4) 小半乔木荒漠：由梭梭和白梭梭(*Haloxylon persicum*)为建群种所形成的小半乔木荒漠是研究地区北部沙漠环境中的景观植被，在大多数情况下，它们分别形成群落，构成镶嵌或结合分布的格局。

白梭梭群落主要分布于流动、半流动或半固定沙丘的顶部和丘坡中上部。丘坡下部和丘间低地常为梭梭群落所更替。群落稀疏，由白梭梭所形成的上层不郁闭，株距大，多在2米以上。总盖度20—25%。群落分层现象明显，一般2—3层。种类组成35—40种，常见者有白杆沙拐枣(*Calligonum leucocladum*)、驼绒藜、羽毛三芒草(*Aristida pennata*)、对节刺(*Horaninovia ulicina*)、曲角四齿芥(*Tetracme recuvata*)、速生黄芪(*Astragalus arpilohus*)、簇花芹(*Soranthus meyeri*)、独尾草(*Eremurus anisopteris*)、沙生千里光(*Senecio subdentatus*)和鹤虱等。

梭梭群落主要分布在固定沙丘和丘间谷地，群落也不郁闭。盖度10%左右。种类组成25—35种。常见的伴生植物有角果藜、碱蓬(*Suaeda salsa*)、猪毛菜(*Salsola* spp.)、细穗柽柳(*Tamarix leptostachys*)和齿稃草(*Schismus arabicus*)、扭果芥、丝叶芥、四齿芥、太阳花(*Erodium soongoricum*)等短命植物。冬雪春雨充沛年份，短命植物形成层片，是家畜春季放牧的主要采食对象。根据潘伟斌调查[1)]。沙漠边缘的梭梭群落，无论是盖度、活株密度、幼株密度等均较沙漠深处为大。而枯死株密度则小于后者。资料表明，沙漠边缘尽管人为活动影响较深处严重，但水分状况较后者为佳，所以沙漠边缘的更新状况优于沙漠深处。

小半乔木荒漠产草量低，质量差，目前被用作为家畜的冬春放牧场。

2. 草原

草原是一类比荒漠需要较多水分的干旱植物群落类型。在乌河中下游，山地不发育，平原是最主要的地貌景观。妖魔山绝对海拔虽有1 391.6米，但相对高度只有300多米，加之它是在极其干旱背景中隆升起来的一座独立块状山地，受周围严酷气候的强烈影响，无论在垂直高度上，还是在不同坡向上，以水为核心的生态梯度的变化均不明显，整个山体全然为荒漠化的景象所笼罩。环境的强烈旱化，水分的极大不足，限制了多年生旱生丛生禾草群落类型在主要坡向显域地境上的发育。下文所描述的草原植被现象，系1987年夏季笔者等对妖魔山考察时，在海拔1 100米以上阴坡、半阴坡的山洼里发现的。

这里的草原群落是草原中最干旱的一种群落类型——荒漠草原。

这类群落类型环境的基本特征是基质砾石质化、土层薄，有一定汇水条件，强光照时

1) 潘伟斌，1986，古尔班通古特沙漠南缘中段梭梭群落初步研究，准噶尔荒漠生态研究，第1期。

间短，但生境仍十分干燥和风大等。草层高 40 厘米左右。基本植物物质分布在 5—15 厘米。群落外貌稀疏，盖度 30—35%。垂直结构明显，上层高 40 厘米，由多年生旱生禾草组成；下层 10—15 厘米，主要由超旱生小半灌木组成。优势层片的优势种是新疆针茅(*Stipa sareptana*)、西北针茅(*S.krylovii*)、新麦草(*Psatyrostachys juncea*)和单花新麦草(*P.kronenburgii*)等；次优层片的优势种由驼绒藜、小蓬、喀什蒿(*Artemisia kaschgarica*)、木地肤等组成。种类组成 25—30 种。出现度和优势度大的伴生种有兰花葱(*Allium senescens*)、黄芪(*Astragalus* spp.)、兔唇花(*Lagochilus* sp.)、宽翅霸王(*Zygophyllum macropterum*)、丝石竹(*Gypsophila patrinii*)、黄花矶松(*Limonium semenovii*)和短命植物(*Tulipa* spp.、*Poa bulbosa*、*Tetracme quadricornis*)等。当土层增厚，水分状况改善时，禾草占绝对优势，半灌木基本消失，群落外貌呈现出典型草原的景观。

这里必须再一次强调指出，妖魔山上的荒漠草原，面积不大，景观意义很小，显然没有垂直地带性的意义，更谈不上有重要的经济利用价值。但妖魔山常有青年攀登游览，对他们正确识别荒漠、灌丛和草原植被类型及其生态分布，提供了一块极好的场所。

3. 灌丛

据访，当乌鲁木齐河尚能流至沙漠边缘的时候，在其下游河流两岸、湖泊、苇塘、海子周围和季节性积水洼地，优越的生态环境为各种荒漠河岸树种、灌木和草本植物的生存提供了良好条件。当时，人类活动远不如今日之频繁剧烈，对天然植被的索取有限，破坏强度也小。由于柽柳植物的天然更新和生长发育条件能够得到满足，生长良好，且与不同植物有机结合，形成各种各样的群落，彼此联结，形成一条绿色长城，耸立在沙漠前缘，不仅为野生动物提供了栖息场所，对防止沙漠化向南扩展也起到了屏障作用。

50 年代，沙漠边缘兴建绿洲，人口增加，开垦和樵采毁掉了大量柽柳灌丛。上游开发，兴建水库，使流至沙漠边缘的水源减少以至断绝。湖泊干涸，地下水位下降，荒漠化增强，进一步加剧了下游地区柽柳灌丛的衰退。目前，能够看到的灌丛植被，全系柽柳属植物形成的群落，其共同的特点是：生境盐渍化、分布零散、外貌破烂、缺乏更新现象、组成简单、具有明显荒漠化的景象。

在 103 团农场北部东道海子、白家海子和青草岭子，笔者所记录的柽柳灌丛，高 1.5—2.5 米，不郁闭。盖度 15—30%，分布不均匀，群落的镶嵌现象明显。区系组成 15—20 种，除建群种多枝柽柳和密花柽柳(*Tamarix hohenakeri*)外，常见种有白刺、芦苇、骆驼刺、花花柴、芨芨、滨藜(*Atriplex* sp.)、盐爪爪和盐穗木等。

这类植物群落面积小，草质低劣，目前作为劣等草场被利用。

另外，在妖魔山南坡海拔 1 250 米左右的一个山洼的碎石、片石坡积物上还记录到一个由锦鸡儿(*Caragana acanthophylla*)为建群种所形成的灌丛群落。组成植物 25—30种，由于生境极干燥，有一些草原和荒漠植物侵入，赋予群落以草原-荒漠化的色彩。

4. 草甸与沼泽

大约在 30 年之前，东道海子、青草岭子、蔡家湖、青格达湖、泉水溢出带和乌拉泊等湿润积水环境，草甸和沼泽植被曾得到较为广泛的发育。后来，随着人类经济活动的不断加强，或由于大规模开垦，或由于水源补给减少，水体干涸，地下水位下降，生态环境旱化加

强，致草甸和沼泽植被退化、破坏、缩小和趋于消失。其中草甸植被分布零散，生境不同程度盐渍化，群落外貌表现出一定的荒漠化色彩。主要群落类型有以下3个：

（1）獐茅草甸群落：见于老龙河冲积平原青草岭子盐化草甸土上。外貌低矮，草层高约15厘米，盖度10%左右。种类组成不超过10种，习见者有樟味藜（*Camphorosma lessingii*）、骆驼刺、矶松（*Limonium leptolobum*）等。

（2）芦苇草甸群落：见于东道海子周围干涸的湖滨。草层高40—60(100)厘米，盖度3—5%。水分条件优越地段，植株1米以上，盖度可达50%以上。种类组成贫乏，常见植物有柽柳、白茨、盐穗木、盐爪爪、大叶矶松、花花柴、骆驼刺和獐茅等。地上植物量每公顷鲜重4 500公斤以上。其中可食部分仅有1 800公斤左右。生长茂密者多留作打草，稀疏低矮者被作为各类家畜的放牧场。

（3）杂类草草甸群落：多见于水库周围、夹荒地、撂荒地、渠道边缘的草甸环境。这类群落的优势植物有苦豆子（*Sophora alopecuroides*）、花花柴和骆驼刺。草层高40—60厘米，盖度变化在5—6%之间。结构简单，区系组成20—30种，出现度和优势度大的植物有赖草（*Aneurolepidium multicaule*）、偃麦草（*Elytrigia repens*）、芦苇、顶羽菊（*Acroptilon repens*）、枸杞（*Lycium ruthenicum*）和碱蓬（*Suaeda glauca*）等。

这类草甸的植物有时晒制青干草或制作绿肥。

沼泽植被仅在乌市南部乌拉泊附近见到。主要植物有芦苇、藨草（*Scirpus planiculmis*）、水葱（*S.tabernaemontani*）、沼针蔺（*Heleocharis eupalustris*）、灯心草（*Juncus* spp.）、苔草（*Carex* spp.）、莎草（*Cyperus* spp.）和各种眼子菜（*Potamogeton* spp.）等。这类群落常用来打草或放牧。

三、植被资源特点及评价

本文限于工作深度，详细讨论乌河中下游的植被资源及其有关问题，尚感资料不足。这里只能粗略地指出其若干特点及简单评价。

1. 生态环境严酷，植被资源贫乏

研究地区大陆度、干燥度大，荒漠化强烈发展；基质粗砺、砾质化、沙质化和盐渍化大面积分布。严酷的生存条件，决定了植物种的多样性小，植被类型简单。与其相联系植被资源的多样性和丰富程度也受到限制，表现出极大贫乏特点。

据粗略估计，研究地区高等植物区系组成约150种左右。其中，除大部分种类具有一定饲用价值外，贵重的资源植物则较少。

植被类型在乌河中下游地区虽可划分成数个，但分布最广、面积最大者则是各类荒漠植物群落。这类植被生产力极低，除部分可用来放牧家畜或少量樵采外，更为重要的其他资源意义目前尚了解不多。另外的一些植被类型，如草甸、沼泽、灌丛和草原，目前仅是家畜的放牧地，其它资源价值也很小。

综上所述，无论是贵重资源植物的种类，或利用价值较大的植被类型，这里均是十分贫乏的，远不如山区或植被资源丰富的其它地区。因此，利用天然植物或植被资源开展多种经营，显然这里是缺乏优势的。

2. 资源分布零星、数量少、不易采集、经济价值不大

本区植被资源贫乏，重要的资源植物种类较少，但仍能指出几种。作为防病治病的常用药或贵重药材，如苁蓉、锁阳、甘草、阿魏等，在本区均有生长，但分布极其零星，数量很少，采集困难，资源的商品价值不大。

3. 草场资源面积大，但类型单调，质量低劣

在绿洲范围以外，凡是能作为饲养家畜的任何植被地段，人们均称为草场。从这种意义上讲，乌河中下游地区的天然草场面积仍是十分辽阔的。但这里的草场类型十分简单，如缺乏打草场，均是放牧地；适宜放牧绵羊、山羊和骆驼，对马、牛等家畜的放牧条件甚差；植被类型组成中，草甸、灌丛、沼泽和草原分布零星，以荒漠面积最大，或许可以这样说，乌河中下游的天然草场，即荒漠草场；这里的草场主要作为冬春季节利用，仅是家畜季节草场轮牧系统中的一部分，不能构成一个完整的轮牧系统。因此乌河中下游地区无山地草场的生产单位或部门，在发展畜牧业生产中，必须重视农牧结合和建立人工草地。

这里的天然草场不仅类型单调，质量也十分低劣。荒漠草场尤甚。这类草场，饲用植物组成贫乏、优良牧草极少；质地粗硬或多汁，可食性差，利用率不高；生产力低，单位面积载畜量小等。因此，在本区发展草原放牧畜牧业的物质基础较差，天然草场急待改良。

4. 植被资源环境脆弱，易于破坏

研究地区植被资源的贫乏性是与严酷的自然条件和脆弱的生态环境相联系的。正确认识后者，对于保护和开发利用荒漠地区的植被资源至关重要。在荒漠生态系统中，生物种的组成贫乏，多样性小，层次结构简单，这就决定了系统本身的弹性小，韧性差，自我修补和恢复的能力低。当受到外力作用时，系统容易失去平衡而瓦解。因此我们在开展利用荒漠植被资源时，必须充分考虑到系统本身可能承受的压力，做到适度利用。切忌，不能在利用资源的时候，同时又在十倍、百倍地破坏资源和环境。

四、人类活动对植被的影响

乌河是新疆受人为干预和控制程度最高的河流之一。从卫星照片上可以看出，其中下游地区大部分为人造绿洲所覆盖，大片大片的天然植被已为整齐的条田、纵横交织的林网、渠道和星罗棋布的居民点所替代。残存者，也因人为活动强烈干预和破坏，表现为破烂不堪或极度退化。

1. 研究地区过去的植被概貌

“乌鲁木齐”蒙语意为“优美的牧场”。《西域番国志》一书中即有乌鲁木齐是一片水草丰盛大牧场的记载。世居在这块土地上的牧民过着“不建城廓，帷顺天时，逐趁水草，牧牛马以度岁月”的游牧生活。关于乌鲁木齐附近的植被，《乌鲁木齐杂记》中曾写到，18 世纪中叶，在乌鲁木齐之北，东起乌鲁木齐河、西抵头屯河之间的广大地区，是一望无际的红柳

林；在乌市之南和西部，亦多为古木参天，绿草蔽地的原野。现在南郊燕尔窝一带的天然榆、杨树木林，老满城、新疆医学院附近和中国科学院新疆分院大院等处还生长着年逾百岁的老榆树，即足以说明乌鲁木齐附近过去曾是榆树疏林景观。

乌拉泊和妖魔山南部的砾质戈壁上，至今仍保存着相对完好的小半灌木荒漠。早年，市区和市郊黄土丘陵上的蒿属荒漠，现已全部消失。在泉水溢出带上部，50年代初期仍分布着大片大片的芨芨草草甸，草层高 1—2 米，呈现出一派"风吹草低见牛羊"的北国风光。溢出带青格达湖和四十户一带的沼泽湿地上曾是大面积葱绿的沼泽和草甸植被。其间，老龙河和头屯枯沟、二屯枯沟之间的河间地，更有琵琶柴荒漠的发育，沟旁且有胡杨林和柽柳植物生长。位于沙漠南缘一带的蔡家湖、东道海子、青草岭子和白家海子，当年均是碧波荡漾、水草丰美的苇湖。尤其在东道海子和梧桐窝子一带生长的胡杨，从现存伐迹和风倒朽木来看，很多胡杨胸径可达 50 厘米以上，足以说明当时这里胡杨生长密茂的景象。

关于 30 年前沙漠边缘的植被概貌，50 年代的有关资料是很有说服力的。据 1955 年西戈壁、星火（1957 年）等农场垦前植被调查报告，在规划范围内的广大土质戈壁地区，琵琶柴群落发育良好，39 个样方的平均盖度可达 30%，当时唐朝路以北的沙丘边缘，低缓沙丘和丘间地，高大的梭梭、红柳生长甚好，密茂成林，构成一道绿色长城，成为沙丘南移的巨大屏障。

2. 人类活动对植被的影响和破坏

从牧业转向农业，是人类生产发展的长足进步。乌河流域的开垦约始于公元 7 世纪中叶，但其后近千年间，发展甚缓。至 18 世纪中叶，才有稍快的进展。1780 年修成长达240 多里的永丰渠和太平渠，为农业发展提供了有利条件。近百年来，特别是近 40 年间，人工绿洲群起，工农业生产全面发展，人为活动频繁而剧烈，对乌河流域天然植被的影响和破坏力是历史上规模最大和最严重的时期。

(1) 人工绿洲群起、城市扩展、人口骤增，占据天然植被面积不下 6—7 万公顷：粗略估计，近 30 年来在乌河中下游共建立各类大小国营和单位农场即有十余个。其中，101团、102 团和 103 团三个国营农场，累计开垦荒地近 3 万公顷。根据农六师农业区划报告提供的资料估算，五家渠灌区耕地面积为 25 933 多公顷，园林地、居民点、工矿用地、交通用地和水域等占地约为耕地总面积的三分之一。

另外，乌鲁木齐市的发展速度十分惊人，现在全市人口已由建国初期的 20 万左右猛增至 138 万多，净增 5.9 倍。由于民房、厂矿、学校和机关部门的增加，城市面积迅速扩展，目前已与米泉几乎相联接。

初步估计，近 30 年来，乌鲁木齐及其北部地区被耕地、居民点、工矿、交通、水面等用地所占据的天然植被面积至少有近 7 万公顷。

(2) 盲目开垦、大面积撂荒、天然植被恢复缓慢：乌河中下游地区，大面积开垦荒地，后因水源不足，或因土壤盐渍化，不能继续耕种而大面积撂荒的现象较为严重。据实际调查，这些撂荒地自然条件严酷，在天然状况下，植被恢复过程极其缓慢，有些甚至完全不可能。这也是荒漠生态系统破坏后所表现出的一个特点。据上述三个国营农场(101团、102团和 103 团)1981 年的统计资料，撂荒地约 7 000 公顷，占耕地面积的三分之一。又如位于 103 团农场西侧的原西戈壁农场，50 年代末盲目建场，后因水源得不到保证，无奈搬

迁，使近7 000公顷土地全部撂荒。

西戈壁农场建场前，琵琶柴植物群落发育良好，平均盖度30%，草层高30—40厘米。撂荒后，土壤裸露，近地面风速增加，植物种子难于立足。经多年雨雪水淋洗，有机质缺乏，表层板结，透水性降低，自然降水由于无效蒸发而丧失，致使原西戈壁农场近7 000公顷土地大部分已变成无植被的光板地，或个别地段由角果藜、叉毛蓬、猪毛菜等形成一年生植物群聚，受水分条件制约，十分不稳定，草质低劣，放牧利用价值较小。

(3) 兴建平原水库，加速盐生植被扩展：乌河中下游地区，自50年代大规模开垦以来，共修建平原水库近10个，其中规模较大者有猛进、八一、沙山子等水库，仅猛进、八一两水库水域面积约达20平方公里。这些水库的兴建，对蓄洪调节水源，保证下游地区农业用水起着巨大作用，同时也带来了一定的盐渍化威胁。据调查和粗略计算，受水库影响而形成的盐渍化面积远远大于水域面积，即这两个水库周围的次生盐渍化面积可达2 000公顷以上。受盐渍化影响的土地环境质量明显退化，原来的植被随之发生演变。据在八一水库东侧调查，该地过去曾为琵琶柴荒漠所占据，目前已演变成耐盐的囊果碱蓬群落。在沙山子水库和业已废弃的黄家梁水库周围，则稀疏地生长着盐穗木和盐爪爪等盐柴类植物。显然，这都是反应环境退化，植被所表现出的一种逆行演替过程。

(4) 过度放牧，草场植被严重退化：草场植被连续强度重牧、过牧，土壤板结、更新困难、草被稀疏、劣草侵入，造成草场植被退化及其相联系的逆行演替现象，在研究地区屡见不鲜。如乌鲁木齐西山和市郊各黄土丘陵上，其原始植被均为蒿类荒漠，发育良好，饲用价值较高。由于长期强度放牧，生态平衡失调，稳定的蒿类荒漠极度稀疏或濒临消失，已为饲用价值低劣和不稳定的一年生植物群聚所代替。

(5) 上部拦截水源，下游地区某些植被正在衰退和消失：建国以来，乌河中下游地区新建和扩建中、小型水库多处，由于截流蓄水，老龙河完全断流，东道海子、白家海子和青草岭子等沼泽水域干涸。由此而引起的生态环境旱化，已使这里呈现出一派荒漠化景象。过去浅水湿地中的沼泽植被和东道海子周围的胡杨林业已消失。高大茂密的芦苇群落，现已退化成纤细、低矮和稀疏的生态外貌，有些甚至大部分枯死，完全丧失了生产力。低地和沟旁的柽柳灌丛，也因缺乏天然更新所必须的水域环境，呈现出衰退和破烂不堪的外貌，梭梭乘机侵入或将要取而代之。

(6) 掠夺式地樵采沙生植被，外围沙漠出现活化现象：在沙漠边缘人口密集的居民点周围，天然植被的樵采现象极为严重。如102团、103团农场，在建场初期即开始对边缘沙漠的梭梭林进行剃光头式的掠夺性樵采，至70年代末已深入沙漠15—30公里。由于樵采，天然植被的生态功能大大降低。102团17连北侧的一个半固定沙丘，由于剃光头，沙丘强烈活化，前端南移已跨过唐朝路，伸入居民点，形成1—1.5米高的大沙垄。103团原种畜站北侧的几个沙丘也活化十分明显，其前缘已处于流动性。据新疆环境保护研究所王刚介绍，1984年5月份，沙丘向南移动达10米之多，他1986年的观测，当年前进约2米。东道海子芒硝厂，建厂以来沙丘向前移动了40米左右。一幢职工宿舍后墙和该厂的烟囱被沙埋了一半。目前该厂周围的沙丘全部活化，寸草不生，严重威胁着该厂的生存。上述沙丘活化的典型例子，显然都是人类经济活动，破坏沙生植被的恶果。

然而就全局来看，近几十年来古尔班通古特沙漠仍处在一个相对稳定的状态，还没有向南大幅度移动的明显证据。这是因为：①沙漠南缘一带有100—150毫米的年降水，特

别是冬天有一定的稳定积雪，为短命、类短命植物和其他沙生植物的发育提供了必要的水分条件。②沙漠边缘的沙生植被虽曾遭到严重破坏，但恢复较快，天然状况下梭梭更新十分良好。③沙漠边缘地下水位较高，又多少能得到夏季洪水的补给。目前沙漠边缘的植被覆盖状况较内部为好，潘伟斌 1986 年的资料对这一现象提供了很好的说明(表 1)。

表 1 沙漠边缘和内部梭梭种群特征的比较（株/100 平方米）

地　　点	覆盖度(%)	活株密度	2—4龄幼株密度	枯死株密度
沙漠边缘	10	12.3	2.2	1.5
沙漠深处	5	1.5	0	6.1

另外，沙漠边缘的沙丘大都有一定的植物覆盖，一般在 10—30%，其沙丘形态且都有较好的浑圆度。如此种种，说明乌河下游的沙漠，局部地点虽有活化现象，但基本上仍是稳定的，关键是这里有一定的年降水，特别是冬春有一定的雨雪，这正是北疆和南疆沙漠最大的不同点。

第二编　植物区系与分类学

新疆短命植物区系的研究*

毛祖美　冯惠兰

摘　要

过去我国对短命植物区系研究较少。50年代后期，才引起中国科学院新疆综合考察队植物学家的注意。80年代我们进行了系统的研究。

新疆的短命植物集中分布在新疆北部。北疆地区冬春季多雨雪，为短命植物生长发育创造了条件。我们也注意到这类区系对土壤表层的含水量有较严格的要求。而土壤基质的适应幅度较广。对气温则不苛求。

新疆短命植物共200余种，包括一年生和多年生两大类。其中以十字花科和百合科的种类最多，紫草科、菊科、伞形科、禾本科等次之。依其组成和分布状况而决定着它们在植物区系和植被建造中的不同作用。它们在新疆北部的分布规律十分明显，以天山北麓为主，由西向东逐渐减少。在垂直梯度上却由前山带、山麓地区向山前平原迅速增多。

新疆的短命植物是新疆一类独特的植物区系。它对我国西北地区的植物区系、我国荒漠区系的起源与演变、植物地理及地植物学区划都有重要理论意义。在饲用、药用、花卉及城市绿化等方面也有较高价值，因此我们进行了系统研究。本文着重区系特征作一报道。

一、新疆短命植物区系研究概况

早在1934年，刘慎谔即提到新疆有庭荠分布[5]。但真正注意到新疆北部荒漠中有不少短命植物存在的，是中国科学院新疆综合考察队植物组的科学工作者。他们在新疆北部各地的考察中，采集到一部分标本；在作地植物学样地调查时，也尽量记录短命植物的种类、多度、频度及在植物群落中的作用等种群特征。在当年考察报告的区系特征简述和群落类型描述中，也都提出了一些短命植物，总共为15种左右(1957年考察报告)。

A.A.尤纳托夫也是根据上述1957年的考察资料写成的论文中，列举了20种短命植

* 国家自然科学基金资助项目。
承吴征镒、简焯坡两位教授审阅，并提出宝贵意见，衷心感谢。

物[4]，并指出对新疆短命植物区系研究的意义，还阐明了北疆短命植物区系有从西向东、从前山和山麓地带到山前平原逐渐减少的分布规律。

侯学煜在《中国的植被》[11]一书中，当论及准噶尔盆地和伊犁、额敏河谷地的植被特征时，提到了这些地区分布有粗柱苔、鳞茎早熟禾、胡卢巴等短命植物。

李世英在"北疆荒漠植被的基本特征"[6]一文中，对该地区的短命植物区系进行了比较深入的研究。他提到短命植物在北疆荒漠中可形成独立的层片，其盖度变化为2%—10%—50%的范围内。他估计该地区短命植物约有40种，并第一次列出了这些短命植物种的名录。

《新疆植被及其利用》这本专著[2]也提到了近40种短命植物，简述了它们的分布特点。在一些群落的描述中，也指明伴生的短命植物，而且比上述的文章中叙述得较详细一些。

除以上文献外，从60年代后半期到70年代末期，还有不少著作提到北疆荒漠中存在有短命植物[7-10,16,18-21,23]。但是限于这些论文或专著，均不是以该地区短命植物区系的研究为主题，而且都是以中国科学院新疆综合考察队植物组50年代工作的资料、报告为基础，辗转引用，未能提供出更多的新资料。

到80年代，张立运先后发表的"新疆莫索湾地区短命植物的初步研究"[13]、"新疆天然草场上的短命植物和类短命植物及其饲用评价"[12]文章中，列举了莫索湾地区共有42种短命植物的名录，叙述了它们的生存条件。还统计了新疆共有短命植物109种，分属于19科58属及各科所含短命植物属、种数目统计表。这样，就把新疆短命植物种的总数增加了一倍半。

本项研究工作过程中，除将我们多年专门采集的短命植物标本进行整理和鉴定外，还查阅了中国科学院植物研究所、中国科学院兰州沙漠研究所、西北植物研究所、西北师范大学植物研究所、新疆八一农学院、新疆大学及新疆生物土壤沙漠研究所标本室的大量标本。在此也感谢上述单位提供的方便条件。下面首先论述新疆北部短命植物区系形成的生态条件及其主要特征。

二、新疆短命植物区系的生态条件

新疆的短命植物集中分布在新疆北部。它们属春雨型的早春短命植物。因为北疆地区主要受西风带和北冰洋水汽影响而冬、春两季多雨雪，这正适合早春短命植物区系发育条件。当春季气温转暖后，它们即利用冬春相当数量的降水，有较适宜的土壤湿度，迅速生长发育，在短短两个月左右时间里，夏季干热气候还未来临之前，它们已完成了生活周期。

A.A.尤纳托夫[4]和李世英[6]曾进行过分析比较，他们一致认为新疆北部冬季寒冷，夏季炎热，年降水量四季分配比较均匀，这和苏联哈萨克斯坦的荒漠气候类型相似，而不同于亚洲中部地区的夏季多雨、冬春干旱和中亚地区冬春多雨、夏季干旱的特点。这就是亚洲中部地区缺乏短命植物，而新疆北部分布有部分短命植物，中亚地区却发育有丰富的短命植物的原因。

考虑到上述两作者当时只能利用到50年代以前十多年或仅几年的气象资料，为了验

证这一规律的正确性，我们对30年或20年(有的气象站建立较晚)的降水记录进行了统计分析，得出了表1的资料。

表 1　新疆北部各地全年及各季平均降水量

地　点	年平均降水量(毫米)	各季平均降水量(毫米)及所占百分比							
		春　季		夏　季		秋　季		冬　季	
		数量	%	数量	%	数量	%	数量	%
和布克赛尔	142.3	25.4	17.8	87.1	61.2	20.7	14.5	9.2	6.4
塔　城	291.6	83.3	28.6	77.9	26.7	72.9	25.0	57.4	19.7
乌　苏	158.4	55.4	34.9	53.3	33.6	30.4	19.2	19.4	12.2
沙　湾	185.5	69.7	37.6	56.1	30.2	39.9	21.5	19.9	10.7
呼图壁	164.5	58.7	35.7	51.2	31.1	39.0	23.5	15.7	9.5
昌　吉	181.7	59.0	32.5	56.6	31.2	43.3	23.9	22.7	12.5
米　泉	215.0	73.1	34.0	68.4	31.8	52.6	24.5	20.8	9.7
吉木萨尔	168.2	44.6	26.5	61.8	36.7	45.9	27.3	15.8	9.4
奇　台	175.8	46.8	26.6	64.7	36.9	46.6	26.5	17.6	10.0
木　垒	292.6	94.5	32.3	109.1	37.4	72.0	24.6	16.8	5.7
巴里坤	203.0	41.4	20.4	107.8	53.1	39.3	19.4	14.6	7.2
伊　吾	89.0	15.1	16.9	61.6	69.2	9.9	11.1	2.5	2.8
北塔山	164.6	38.4	23.0	78.8	47.9	33.5	20.3	14.1	11.7
霍尔果斯	220.1	68.5	31.1	61.0	27.7	47.4	21.5	43.2	19.2
霍　城	218.9	64.3	29.3	57.3	26.2	48.6	22.2	47.8	21.8
伊　宁	257.5	80.1	31.1	64.8	25.1	57.0	22.1	55.6	21.6
察布查尔	205.8	60.9	29.6	53.8	26.1	48.1	23.4	42.8	20.8
尼勒克	353.4	105.8	29.9	130.0	36.8	75.1	21.3	42.4	12.0
新　源	479.7	174.6	36.4	150.7	31.4	105.9	22.1	48.6	10.0
特克斯	382.8	125.1	32.7	154.9	40.5	82.1	21.4	20.7	5.4
昭　苏	512.1	145.5	28.4	253.7	49.5	91.5	17.9	21.5	4.2

从以上长期的气象资料可以看出，新疆北部大部分地区年降水的四季分配确是比较均匀的。而伊犁、塔城和天山北麓的吉木萨尔以西，冬春降水量都占年降水量的40%以上，这正是短命植物区系发育比较好的地区；相反，冬春两季降水量若在40%以下，如和布克赛尔、奇台以东的木垒、巴里坤、伊吾等县，短命植物就很少，再向东延伸便逐渐消失了。这进一步证明，短命植物区系和冬春降水量之间有着密切的相关性。

根据我们对短命植物区系生境的土壤水分的测定，4月中旬至下旬，凡20厘米以上土层含水量在4.5—12.0%之间的地区，都发育有短命植物，低于这个数字即少见它们生长。从这点也说明新疆北部荒漠生境中分布的短命植物，也都是逃避干旱的中生或旱中生植物，而不是真正的旱生植物。

短命植物区系对土壤基质的适应幅度是比较广的，除强盐渍化土壤外，在壤质黄土、沙土、砾质戈壁、碱土、盐化草甸土上都能生长。但是最适宜的土壤基质，还是山前倾斜平原上非盐化的各类土壤，在这里它们能以较大密度形成层片。当然也有一些专性的沙生短命植物，如沙苔(*Carex physodes* M.B.)、倒披针叶虫实(*Corispermum lehmannianum* Bge.)、尖喙牻牛儿苗(*Erodium oxyrrhynchum* M.B.)和异翅独尾草[*Eremurus anisopterus* (Kar. et Kir.)Rgl.]等，它们在准噶尔盆地古尔班通古特沙漠的西南部，密度也很

大，不但可为白梭梭(*Haloxylon persicum* Bunge ex Boiss. et Buhse)、多种沙拐枣(*Calligonum* spp.)群落的下层，有时甚至可形成独立的小群落。

我们经过分析发现，短命植物区系的分布特点和温度没有直接的相关性。从年均温只有5℃左右、绝对最低温可达－45℃的阿尔泰山前地带到年均温7℃、绝对最低温－35℃的天山北麓地区都有生长。但在天山北坡的垂直带中，除几种顶冰花(*Gagea* spp.)和白番红花(*Crocus alatavicus* Rgl. et Sem.)上升到海拔2 000米左右的山地草甸带以外，其他种一般都不分布到海拔1 500—1 800米的山地草原带以上。究其原因，这也不是海拔升高、温度下降成为制约因子，而是因为天山北坡的中山带以上，夏秋季节降水充沛，适宜于长营养期的中生种类生长，完全不同于短命植物的生长环境，因而这类植物就难于同中生长营养期区系植物竞争了。

三、短命植物的区系特点

表 2 新疆短命植物统计表

科　名	属	种	变种
藜　科	3	3	
石竹科	5	7	
毛茛科	5	6	1
小檗科	2	2	
罂粟科	5	10	
十字花科	22	31	3
豆　科	2	11	
牻牛儿苗科	2	5	
蒺藜科	1	1	
大戟科	2	7	
堇菜科	1	1	
伞形科	8	15	
报春花科	1	1	
紫草科	8	17	
唇形科	4	6	
茄　科	2	3	
玄参科	1	5	
车前科	1	2	
败酱科	1	1	
山萝卜科	1	1	
菊　科	11	16	
禾本科	7	14	1
莎草科	1	2	
百合科	6	34	
石蒜科	1	1	1
鸢尾科	1	1	
合　计　26	104	203	6

短命植物区系在我国仅新疆北部分布比较集中，共计203种。它们隶属于26科、104属(表2)。其中百合科和十字花科最多，前者34种，后者31种及3变种，它们接近整个短命植物种数的1/3。其次是紫草科、菊科、伞形科和禾本科，为14—17种；豆科和罂粟科10—11种；石竹科、大戟科、唇形科、毛茛科、牻牛儿苗科和玄参科有5—7种；茄科、藜科、车前科、小檗科和莎草科等均2—3种；鸢尾科、蒺藜科、堇菜科、报春花科、败酱科和山萝卜科等只有1种。

短命植物又称短营养期植物。它包括一年生短命植物和多年生短命植物两大类。一年生短命植物在当年完成其生活周期后，整个植株干枯死亡，来年再由种子繁殖，生根出芽长出新苗。这一类群是短命植物的主要组成部分，在新疆北部约有120多种，占全部短命植物的3/5。它们主要沿天山北坡，从伊犁谷地由西向东广泛分布，且大多在广阔的山前平原和沙丘沙地生长。初春时节在这平原荒漠上，常常组成生机盎然、青葱翠绿的矮层层片或小群落。多年生短命植物又称类短命植物，它们通常都具有地下鳞茎、根茎、块根或粗状的根部，每年当地上部分枯死，而地下器官则处休眠状态。到次年春天，当种子繁殖新苗的同时，也从这些地下器官(还包括根颈部分)的休眠芽、不定芽生长出新的地上植株。如郁金香(*Tulipa* spp.)、顶冰花(*Gagea*

spp.)、贝母(*Fritillaria* spp.)、元胡(*Corydalis* spp.)、鳞茎早熟禾(*Poa bulbosa* L.)、沙苔、牡丹草(*Leontice incerta* Pall.)、阿魏(*Ferula* spp.)、鸦葱(*Scorzonera* spp.)等则是这类植物的代表，它们在新疆也有近80种，占短命植物种类组成的 2/5。其分布范围比一年生短命植物狭窄而集中，以西部伊犁谷地和天山山麓西段为最多。它们一般分布在前山、山麓或低山，常常组成干草原或荒漠草原的早春类短命植物层片或小片群落，少数种在平原地区也发育很好。

各科、属的短命植物在新疆北部的植物区系和植被中的作用各不相同。种类丰富的十字花科，在植物区系组成中占有重要的地位，它们在沙丘(沙地)、荒漠和草原等各种生境类型中，数量较多，分布很广，且往往为植物群落的优势种，其中最常见的有：庭荠(*Alyssum* spp.)、抱茎独行菜(*Lepidium perfoliatum* L.)、离子草(*Chorispora* spp.)、涩荠(*Malcormia* spp.)、四齿芥[*Tetracme quadricornis* (Steph.)Bge.]、舟果荠(*Tauscheris lasiocarpa* Fisch.)、丝叶芥[*Leptaleum filifolium*(Willd.)DC.]、螺喙芥(*Spirorrhynchus sabulosus* Kar. et Kir.)、厚翅芥(*Pachypterygium* spp.)及绵果荠(*Lachnoloma lehmanii* Bge.)等。本科植物因单种属和寡种属较多，31 个种即分属于 22 个属，是新疆北部短命植物属数最多的一个科。

百合科中几个属，如郁金香属、贝母属、顶冰花属的种类，在伊犁谷地和塔城盆地的草原和草原化荒漠中，常常组成明显的早春层片。两种独尾草[*Eremurus anisopterus*(Kar et Kir.)Rgl, *E.inderiensis*(M.B.) Rgl.]在沙漠中的作用也很明显，参与形成大面积的沙生植物群落。

禾本科的短命植物种类不算多，但作用很大。如鳞茎早熟禾及珠芽早熟禾(*Poa bulbosa* var. *vivipara* Koel.)、旱麦草(*Eremopyrum* spp.)、齿稃草(*Schismus arabicus* Nees.)、短鞘草[*Colpodium humile*(M.B.)Griseb]及雀麦(*Bromus* spp.)等均在天山北坡西段的草原和荒漠中广泛分布。

莎草科中的短命植物虽然只有沙苔及粗柱苔(*Carex pachystylis* Cay)两种，但它们在北疆地区常为优势种形成层片或小群落。

伞形科的多种阿魏，是短命植物区系中少有的高大植物(达 1 米左右)，它们在伊犁谷地、塔城盆地和阿尔泰山麓等地广泛分布，形成大面积的阿魏滩戈壁。

紫草科和唇形科的短命植物，如鹤虱(*Lappula* spp.)、假紫草(*Arnebia* spp.)、李果鹤虱(*Rochelia* spp.)、异果草(*Heterocaryum* spp.)、尖花天芥菜(*Heliotropium acutiflorum* Kar. et Kir.)、沙穗(*Eremostachys* spp.)、荆芥(*Nepeta* spp.)、矮刺苏(*Chamaesphacos ilicifolius* Schrenk)等分布也很普遍。值得提出的是这两个科和十字花科、伞形科、菊科等，在短命植物中有不少种和属在我国仅产于新疆。

菊科和豆科虽是种子植物中的大科，但在新疆北部的短命植物种类不算太多。蝎尾菊(*Koelpinia linearis* Pall.)、异喙菊(*Heteracia szovitsii* Fisch. et Mey.)、单苞菊(*Senecio subdentatus* Ldb.)、小疮菊(*Garhadiolus papposus* Boiss. et Buhse)和豆科的胡卢巴(*Trigonella* spp.)、黄芪(*Astragalus* spp.)等，常常参与蒿属(*Artemisia* spp.)荒漠和小蓬(*Nanophyton* spp.)荒漠的组成。

罂粟科的 3 种元胡，鸢尾科的白番红花，在山麓草原带和山地草甸中，也小面积形成层片。此外，毛茛科的角果毛茛(*Ceratocephalus orthoceras* DC.)、牻牛儿苗科的牻牛儿

苗(*Erodium* spp.)、藜科的倒披针叶虫实、玄参科的婆婆纳(*Veronica* spp.)、小檗科的牡丹草、大戟科的星毛戟(*Chrozophora sablosa* Kar.et kir.)和大戟(*Euphorbia* spp.)、石竹科的硬骨草(*Holosteum* spp.)和蚤缀(*Arenaria* spp.)、车前科的车前(*Plantago* spp.)、茄科的小天仙子(*Hyoscyamus pusillus* L.)等，在荒漠和沙生植被中均起一定作用。

关于短命植物区系的发生学问题比较复杂，目前还远没有研究清楚。早春短命植物绝大多数种类起源于中亚，这是大家都公认无疑的。也有少数种，如鳞茎早熟禾、珠芽早熟禾(变种)、粗柱苔草及3种元胡，早有文献论证为北方起源的成分[22]。另外，新疆当地也发生有短命植物种，如新疆郁金香(*Tulipa sinkiangensis* Z.M.Mao)、黑鳞顶冰花及草原顶冰花(*Gagea nigra* L.Z.Shue, *G.stepposa* L.Z.Shue)、裕民贝母(*Fritillaria yuminensis* X.Z.Duan)和博乐贝母(*F.bolensis* G.Z.Chang et Y.M.Liu)、新疆阿魏(*Ferula sinkiangensis* K.M.Shen)和阜康阿魏(*F.krylovii* K.M.Shen)等。这一点也标志着新疆北部植物区系有着自己的独特性。

还需要提出，新疆北部的一年生短命植物区系中，有极少数分布很广的种类，如抱茎独行菜、蚤缀(*Arenaria serpyllifolia* L.)、伞形硬骨草(*Holosterum umbellatum* L.)、乌头荠[*Euclidium syriacum* (L.)R.Br.]、涩荠[*Malcolmia africana* (L.)R.Br.]、大蒜芥(*Sisymbrium altissimum* L.)、芹叶牻牛儿苗[*Erodium cicutarium* (L.) L'Hêr.]、离子草和西伯利亚离子草[*Chorispora tenella* (Pall.)DC., *Ch. sibirica* (L.) DC.]等，它们还分别分布在我国西北其他省、区及华北、东北等地，这些种都是温带中生植物适应了新疆北部这个短暂春雨生境的结果。

新疆北部短命植物的分布有明显的规律性，这是与黄土的沉积和沙丘、沙地的分布及年雨量的季节分配直接相关。短命植物主要分布在天山北麓(表3)，而以西部的伊犁谷地最多，共160多种；天山北麓西段次之，共125种。它们分别占北疆短命植物总数的80%和60%，并且明显地由西向东逐渐减少，到沙湾县一带减少到50%，至乌鲁木齐和阜康等地，种数更加明显下降，东抵奇台、木垒一带，只有近40种，还不足北疆短命植物的20%。

塔城盆地的短命植物种类，并不像以往报道所估计的那样丰富[6,9]，总共只有60多种，仅为伊犁盆地的2/5。

阿尔泰山山麓的短命植物比天山北麓少得多。而且也是西部较多，约50种，向东慢慢减少，到最东端的青河县一带已不足10种。

从上述的分布特点，证实了准噶尔盆地东部的巴尔库和阿德吉—博格多子午线确为早春短命植物区系集群分布的最东界[4]。越过此界线以东的北塔山和巴里坤等地，只见到荒漠庭荠(*Alyssum desertorum* Stapf.)、小车前(*Plantago minuta* Pall.)、异瓣郁金香(*Tulipa heteropetala* Ldb.)等3—5种星散生长，在植被中也不起什么作用了。

根据调查，在天山南麓也有20多种短命植物生长，它们是从苏联中亚经帕米尔阿赖山口迁入，出现在乌恰、塔什库尔干、拜城、温宿、库车及和静、和硕或昆仑山北坡和田一带，它们生长都极为零星或仅发育个别植株。

短命植物的垂直分布是由前山、山麓地带向山前平原逐渐增加的规律。在新疆北部它们分布的海拔高度一般为500米—1800米间，也即是广大的山前平原，包括古尔班通

表 3 新疆北部短命植物分布

地区 / 种数 / 科名	伊犁谷地	塔城盆地	天山北麓西段	天山北麓东段	阿尔泰山西段	阿尔泰山东段
藜科	3		3	1		
石竹科	7	1	5	2	1	
毛茛科	5	3	4	1	2	
小檗科	1	1	1		1	
罂粟科	10	3	6		2	
十字花科	29	15	28	8	10	3
豆科	7	2	5	2	1	
牻牛儿苗科	5		4	1		
蒺藜科			1		1	
大戟科	6		5	2	1	
堇菜科	1	1	1			
伞形科	8	5	5	2	5	1
报春花科	1	1	1	1	1	
紫草科	8	1	5	3	3	
唇形科	5	3	4	1	2	
茄科	2	1	1		2	
玄参科	3	2	2	1	1	
车前科	2	1	2	1		
败酱科	1					
山萝卜科	1	1	1			
菊科	13	2	11	4	2	
禾本科	12	5	10	4	4	1
莎草科	2	1	2	1		
百合科	29	11	16	2	10	2
石蒜科	1	1	1			
鸢尾科	1		1			
合计	163	61	125	37	49	7

古特沙漠边缘(主要是南缘)沙丘沙地等荒漠地区以及前山、山麓的草原及荒漠化草原地带。根据我们的统计,分布于山前平原的种类接近150种,约占短命植物的70%,这是短命植物最主要的分布地区。其中有25种只生长在沙丘、沙地的专性沙生短命植物(有很多在洪积扇和沙丘、沙地均可生长的种类不计),如沙地紫罗兰(*Matthiola stoddarti* Bge.)、螺喙荠(*Spirorhynchus sabulosus* Kar. et Kir.)、念珠芥[*Torularia torulosa* (Desf.) O E.Schulz.]、星毛戟(*Chrozophora sabulosa* Kar. et Kir.)、沙生大戟(*Euphorbia turczaninovii* Kar. et Kir.)、沙苔、异翅独尾草、簇花芹(*Soranthus meyeri* Ldb.)、倒披针叶虫实、早熟猪毛菜(*Salsola praecox* Litv.)等即是代表。分布在前山、山麓地带的有50多种,占短命植物种数的30%。此外,只有少数几种,如白番红花、离子草、西伯利亚离子草等常进入中山地带。

四、结论与讨论

（1）我国的短命植物区系集中分布在新疆北部。新疆北部的短命植物为春雨型早春短命植物。这一地区受西风带和北冰洋水气影响形成冬春季多雨雪的生境条件，是北疆出现短命植物的重要原因。这与内蒙古生长的十多种夏雨型短命植物，在生境条件、种类组成和生长发育节律等方面均不相同。

（2）新疆短命植物共203种，分属于104属26科。它包括一年生短命植物和多年生短命植物两大类。前者为主要组成部分，共120多种，占短命植物的3/5，后者近80种，约占2/5。它们在区域区系和植被中的作用各不相同。

表 4 苏联中亚、我国新疆部分短命植物种数比较

科名＼种数＼地区	苏联中亚	我国新疆
十字花科	76	31
紫草科	36	17
菊科	30	16
豆科	61	9
禾本科	34	15
石竹科	16	7
伞形科	10	7

（3）新疆短命植物虽有200多种，但仍远不如苏联中亚地区丰富。从表4所列主要科所含短命植物种数的对比即可看到。这说明苏联中亚地区的自然条件更适合于短命植物区系的形成和繁衍，成为这一区系的分布中心。而我国的早春短命植物区系，即是由中亚分布中心东迁而来，并且成为该区系分布区的最东端。若以阿尔泰山东部的青河县和天山北麓东段的奇台县之间连线，即为它们集中分布的东界。

（4）新疆北部短命植物的生态地理分布有显著规律性。它们主要分布在天山北麓，并以伊犁谷地和天山北麓西段为最多，均超过100种。塔城盆地和阿尔泰山麓西段次之，仅为前者之半。其总趋势均从西向东逐渐减少，至奇台和青河一带已减少到30多种或10种左右。短命植物的垂直分布一般是在海拔高度500—1 800米之间的山前平原及山麓、前山地带，前者的种类约占总种数的70%，是短命植物分布最集中的地区，后者只占30%的种类。也就是说表现出从海拔低处向高处显著减少的规律。

（5）短命植物的发生学问题比较复杂，尚待研究。早春短命植物绝大多数种类起源于苏联中亚，中亚可能是其起源中心。另外，还有一些北方成分和新疆当地发生的种类。

（6）短命植物的生长发育主要受水热条件的制约。新疆北部是冬寒夏热，年降雨量四季分配比较均匀，冬春的雪雨可使一定量的短命植物发育，仲春季节可在植被中形成明显的层片。这和苏联哈萨克斯坦荒漠非常相似，不像苏联中亚地区冬春多雨、夏季干旱，发育有丰富的短命植物；也不像亚洲中部夏季多雨、冬春干旱而缺乏短命(春雨型)植物。利用这一重要依据，再结合植物群落和区系的其他特征，将新疆的准噶尔盆地和苏联哈萨克斯坦合并为一独立的荒漠亚区，和苏联中亚、亚洲中部、北非阿拉伯荒漠亚区并列，是合理的[14]。

参 考 文 献

[1] 中国科学院新疆综合考察队植物组，植物组考察报告，科学出版社，1957。

[2] 中国科学院新疆综合考察队，新疆植被及其利用，科学出版社，1978。

[3] 中国植被编辑委员会，中国植被，科学出版社，1980。

[4] A.A.尤纳托夫，论新疆维吾尔自治区植被的某些生态地理规律，新疆维吾尔自治区的自然条件(论文集)，科学出版社，1959。

[5] 刘慎谔，中国北部及西部植物地理概论，北平研究院植物学丛刊，1934，2(9)：423—451。

[6] 李世英，北疆荒漠植被的基本特征，植物学报，1961，9(3—4)。

[7] 李世英等，新疆植被水平带的划分原则和特征，植物生态学与地植物学丛刊，1964，2(2)：180—189。

[8] 李博，我国西北和内蒙古沙漠地区的植被及其改造利用，治沙研究，第四号，科学出版社，1962。

[9] 胡式之，新疆准噶尔沙漠考察，治沙研究，第三号，科学出版社，1962。

[10] 胡式之，中国西北地区的梭梭荒漠，植物生态学与地植物学丛刊，1963，1(1—2)。

[11] 侯学煜，中国的植被，教育出版社，1959。

[12] 张立运，新疆天然草场上的短命和类短命植物及其饲用评价，中国草原，1983，2。

[13] 张立运，新疆莫索湾地区短命植物的初步研究，植物生态学与地植物学丛刊，1985，9(3)。

[14] 张佃民等，新疆植被区划的新方案，干旱区研究，1990，7(1)。

[15] Roi, J., Phytogeography of Contral Asia. Bull. Fan Mem. Inst. Biol (Bot) 1941, 11(1).

[16] Грубов, В. И., Опыт ботаинко-географического ройонирования Централъной Азии. изд. всес. бот. общ., Л. 1959.

[17] Грубов, в. и. (李世英译)，亚洲中部植物概论，科学出版社，1963。

[18] Ильин, М.М., Флора пустынъ Центральной Азии ее происхождение и этапы развития матар. по история Флоры растиг. СССР, Ⅰ. 1958.

[19] Коровин, Е. П., Растительнозтъ Средней Азии и Южного Казахзсна. Кн. 2. изд. 2-е. 1962.

[20] F. М. Лавренко, О сахаро-Гобийский пустынной ботанико-географической области и ее разделении. ДАП СССР, 1960, 134, 1.

[21] Лавренко, Е. М., Основные черты ботанической географии пустынъ Евразии и Северной Африки. Комаровск. чтеи., XV. 1962.

[22] Лавренко, Е.М. и Н. И. Никольская, Ареалы некторых централъноазиатских и северотуранских видов пустыиных растений и вопрос о ботанико-географической границе между Средней и Централъной Азией Бот. журн. 12. 1963.

[23] Лавренко, Е. Н., Провинциалъное разделение централъноазиатской и ирано-Туранской подобластей Афро-Азиатской пустынной области бот. журн. но1. 1965.

[24] Попов, М. Г., Между монголией и Ираном. изд. соч. М. Г. Полов, Амхабад, 1958. 1931.

新疆风毛菊属分类的初步研究

沈 观 冕

摘 要

本文整理收载了新疆境内的风毛菊属植物 49 种，其中特有 8 种(包括 1 新种)、新记录 18 种。

菊科(Compositae)风毛菊属(*Saussurea* DC.)为 De Candolle 于 1810 年建立，当时仅有 15 种。根据苏联学者 С.Ю.Липшиц 1979 年修订本属之前的初步统计，本属属下的分类等级多达 1 200— 1 500 个，经他修订之后，种数大为减少，全世界约有 350—400 种[1]。

我国包括本属的《中国植物志》卷册尚未出版，估计约 200—300 余种[2]，各省均产之[3]。

本属的植物种类大多数产于北温带亚洲山区。对于我国西部边陲，具有闻名于世的阿尔泰山、天山、昆仑山等山脉的新疆，至今还未见到有关新疆风毛菊属研究的报道。根据我所多年的调查采集和编写《新疆植物志》的需要，近年来将本属植物标本进行了整理和鉴定，得知新疆境内产风毛菊属植物 49 种，其中特有 8 种(包括 1 新种)、新记录 18 种。

为了进一步研究、开发利用新疆的风毛菊属植物资源和查清我国风毛菊属植物的种类及其地理分布时的参考，现按 Липшиц 专著(1979 年)的分类系统划分，整理成本文[4]。

属的主要特征

草本植物，稀为半灌木。无茎或有茎。叶全缘、具齿或羽状分裂。头状花序单一或多数，后者在茎和枝端排列成总状、伞房状或伞房圆锥状花序；总苞半球形、钟形或筒形，总苞片多层；具同型小花，小花管状，先端 5 裂，两性，花丝分离，无毛，花药基部箭形，尾部撕裂，具毛，花柱分叉，线形；花托平或突起，具有托片或无。瘦果圆柱状，先端截形或具小冠；冠毛 1—2 层，外层短，糙毛状，内层长，羽状，基部联合成环。

---

1) С.Ю.Липшиц: Род *Saussurea* DC. 5. 1979.

2) 石铸，中国植物志 78(1):20,1987.

3) 侯宽昭：中国植物科属词典修订版 485,1982.

4) 文中所列各产地的标本，主要藏于中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所植物标本室。感谢新疆大学、八一农学院、新疆师范大学等植物标本室协助提供和借阅标本。

分亚属和分种检索表

1. 头状花序为增宽的苞叶包被[Ⅰ.雪莲亚属 ***Amphilaena*** (Stschegl.) Lipsch.] ………………… 2
—. 头状花序无增宽的苞叶包被或半包被……………………………………………………………… 3
2. 茎高 15—30(60)厘米;叶两面无毛或近粗糙;头状花序 10—20 密集成球形. 苞叶淡黄绿色………………………………………………………………7.**雪莲** ***S. involucrata***(Kar. et Kir.) Sch.Bip.
—. 茎高 3—8 厘米;叶两面密生腺毛;头状花序单生,苞叶紫红色 ………………………………………………………………………8.**膜苞雪莲** ***S. bracteata*** Decne.
3. 头状花序多数,密集于膨大的茎端或生于莲座状的叶丛中,通常为密被棉毛的苞叶所包被或半包被,稀苞叶无棉毛[Ⅱ.雪兔子亚属 ***Eriocoryne*** (DC.) Hook.f.]………………………………4
—. 头状花序单生茎端或多数排列成伞房状,或总状,无苞叶包被………………………………9
4. 全株光滑无毛 ………………………………………………………………………………5
—. 全株多少被棉毛 ……………………………………………………………………………6
5. 叶披针形或线形,羽状浅裂;头状花序多数,密集成半球形 ………………………………………………………………………5.**草甸雪兔子** ***S. thoroldii*** Hemsl.
—. 叶长圆形或匙形,肉质,全缘或有微齿 ………………………6.**肉叶雪兔子** ***S. thomsonii*** Clarke
6. 叶线形或线状披针形 ………………………………………………………………………7
—. 叶长圆形、矩圆形或匙形 …………………………………………………………………8
7. 叶线形,两面密被白色长棉毛;内层冠毛基部联合成短筒………………………………………………………1. **小果雪兔子** ***S. simpsoniana*** (Field. et Gardn.) Lipsch.
—. 叶线状披针形,先端渐尖,尾状,基部扩大成卵状披针形,表面中部以上无毛,中部以下被白色长棉毛,背面密被白色棉毛……………………………………4.**羌塘雪兔子** ***S. wellbyi*** Hemsl.
8. 叶长圆形或匙形,两面被白色或黄褐色绒毛;冠毛淡褐色或近黑色………………………………………………………2.**鼠麹雪兔子** ***S. gnaphalodes*** (Royle) Sch.Bip.
—. 叶长圆形或匙形,表面密被黄褐色长棉毛,背面较稀疏,稀近无毛;冠毛白色 ………………………………………………………………3. **冰河雪兔子** ***S. glacialis*** Herd.
9. 总苞片顶端具有膜质有色的附属物[Ⅲ.苞膜亚属 ***Theodorea*** (Cass.) Lipsch.] …………………10
—. 总苞片顶端无膜质有色的附属物 ……………………………………………………………15
10. 叶齿,有时外层总苞片顶端具软骨质尖 ……………………………………………………11
—. 叶齿和外层总苞片顶端无软骨质尖……………………………………………………………13
11. 叶全缘或茎下部叶部分具波状齿,齿端有镶嵌状的尖;外层总苞片顶端具软骨质的锐尖…………………………………………………………………… 12. **蒙新风毛菊** ***S. grubovii*** Lipsch.
—. 叶 1—2 回羽状分裂 ………………………………………………………………………12
12. 叶 2 回羽状分裂,小裂片顶端具有明显的软骨质尖;外层总苞片顶端弯曲,具软骨质尖 ……………………………………………………………………… 13.**裂叶风毛菊** ***S. laciniata*** Ledeb.
—. 叶近大头羽状裂或羽状半裂至全裂;外层总苞片顶端锐尖,常下卷,被白色髯毛 ……………………………………………………………………… 14.**翅茎风毛菊** ***S. alata*** DC.
13. 茎具翅;外层总苞片顶端钻形渐尖,有时强烈下弯……………………………………………14
—. 茎无翅;外层总苞片顶端有细齿或 3 裂 ……………………………9.**草地风毛菊** ***S. amara*** (L.) DC.
14. 茎翅窄;头状花序小,直径 1—1.5 厘米;中间和内层总苞片顶端膜片深紫色…………………………………………………………………10. **展序风毛菊** ***S. prostrata*** Winkl.
—. 茎翅宽;头状花序较大,直径 1.5—2 厘米;中间和内层总苞片顶端膜片蔷薇色…………………………………………………………………11. **强壮风毛菊** ***S. robusta*** Ledeb.

15. 瘦果顶端有具齿的小冠[Ⅳ. **齿冠亚属** ***Frolovia*** (DC.) Lipsch.]茎中空，不分枝；头状花序单一，直径达4厘米，俯垂；外层总苞片墨绿色，通常向外反折…………………………………………15. **大序风毛菊** ***S. frolovii*** Ledeb.
—. 瘦果顶端无具齿的小冠[Ⅴ. **风毛菊亚属** ***Saussurea***]……………………………………16
16. 半灌木，多回分枝，枝多呈帚状 ……………………17. **木质风毛菊** ***S. chondrilloides*** Winkl.
—. 多年生草本，有时基部木质化，有时分枝也不呈帚状…………………………………………17
17. 头状花序大，直径1.5—2.5(3)厘米；总苞片不为覆瓦状排列，形状和长度近似…………………18
—. 头状花序较小，直径不过1.5厘米；总苞片覆瓦状排列，形状不一，大小不等……………………23
18. 叶线形或线状长圆形；头状花序单生 ……………………………………………………………19
—. 叶窄披针形至长圆形；头状花序多数，排列成总状花序、伞房花序或伞房圆锥花序 ……………21
19. 植株矮小，高2—6厘米；叶线状长圆形或倒披针形，羽状浅裂；头状花序下无聚生的叶…………………………………………………………44. **藏西风毛菊** ***S. stoliczkae*** Clarke.
—. 叶线形，全缘；头状花序下有聚生的叶……………………………………………………………20
20. 叶宽1—4毫米，灰白色，两面密被白色绒毛；花序下的聚生叶等于或长于花序 ……………………………………………………39. **白叶风毛菊** ***S. leucophylla*** Schrenk
—. 叶宽1.5—10毫米，绿色，光滑或被疏毛，背面较密；花序下的聚生叶通常短于花序……………………………………40. **暗苞风毛菊** ***S. schanginiana*** (Wydl.) Fisch. ex Herd.
21. 头状花序排列成总状花序……………………………………………………………………22
—. 头状花序排列成伞房圆锥状花序，花序梗长……………43. **污花风毛菊** ***S. sordida*** Kar. et Kir.
22. 植株高10—50厘米；叶窄披针形，宽1—2厘米；头状花序2—4，团聚生于茎顶或5—11排列成总状花序，稀单一……………………………41. **阿尔泰风毛菊** ***S. krylovii*** Schischk. et Serg.
—. 植株高50—100厘米；叶长圆形或倒披针形，宽5—7厘米；头状花序排列成总状花序……………………………………………………42. **托里风毛菊** ***S. tuoliensis*** K.M. Shen
23. 垫状植物；头状花序单一…………………………………………………………………………24
—. 非垫状植物，茎明显；头状花序多数……………………………………………………………25
24. 植株高1.5—2厘米；叶小，羽状分裂，裂片近圆形；头状花序长达1厘米，直径5毫米……………………………………………………19. **垫状风毛菊** ***S. pulviniformis*** Winkl.
—. 植株高1.5—4厘米；叶线形，全缘；头状花序较大，长达1.5厘米，直径5—10毫米……………………………………………………18. **针叶风毛菊** ***S. subulata*** Clarke
25. 花托光滑，无托片或有稀少的托片……………………………………………………………26
—. 花托多少有密集的托片，托片线状钻形，有光泽，宿存………………………………………28
26. 植株矮小，无茎或具很短的茎；叶变异，从长圆状披针形至卵形，沿缘具疏齿，基生叶成莲座状……………………………………………………16. **藏新风毛菊** ***S. kuschakewiczii*** Winkl.
—. 植株高，具明显的茎；基生叶不为莲座状…………………………………………………27
27. 叶卵形，宽2—2.5厘米，沿缘具疏出，两面光滑，有腺点；花托具少数托片，长约1毫米……………………………………………………27. **卵圆叶风毛菊** ***S. ovata*** Benth.
—. 叶披针形，宽达1.2厘米，沿缘具齿或羽状半裂，两面被蛛丝状柔毛；花托有时光滑，有时具少数托片……………………………………………20. **中新风毛菊** ***S. famintziniana*** Krassn.
28. 叶1—2回羽状分裂 ………………………………………………………………………29
—. 叶全缘或沿缘具齿…………………………………………………………………………34
29. 叶2回羽状分裂……………………………………………………………………………30
—. 叶羽状半裂、深裂或全裂……………………………………………………………………31
30. 头状花序较小，长达1.4厘米；总苞片密被短柔毛，顶端钝……………………………………………………22. **太加风毛菊** ***S. turgaiensis*** B. Fedtsch.
—. 头状花序较大，长1.5—1.8厘米；总苞片近光滑，有光泽，顶端渐尖…………………………

……………………………………………………21. **高盐地风毛菊** ***S. lacostei*** Danguy.

31 叶大头羽状深裂或全裂……………………………………………………32

—. 叶不为大头羽状分裂……………………………………………………33

32. 茎有翅；叶肉质，先端裂片大，基部箭形，侧生裂片对应排列；头状花序多数，排列成伞房状或伞房圆锥状花序……………………………………26. **盐地风毛菊** ***S. salsa*** (Pall.) Spreng.

—. 茎无翅；叶不为肉质，表面绿色，背面淡绿色，先端裂片稍大，侧生裂片交错排列，不等大；头状花序单一或2—3个生于茎枝顶端……………………………32. **美丽风毛菊** ***S. blanda*** Schrenk

33. 叶长圆形，羽状深裂或全裂，裂片尖锐，沿缘有齿…………25. **喀什风毛菊** ***S. kaschgarica*** Rupr.

—. 叶倒卵形，基生叶和茎下部叶的顶端圆形，羽状半裂或具深的波状齿……………………………………………………37. **倒卵叶风毛菊** ***S. salemannii*** Winkl.

34. 叶线形……………………………………………………35

—. 叶不为线形……………………………………………………36

35. 头状花序单一或成双挤生一处；总苞片渐尖，有短尖………45. **昆仑风毛菊** ***S. cinerea*** Franch.

—. 头状花序多数，排列成伞房花序；总苞片顶端有长尖……30. **尖苞风毛菊** ***S. mucronulata*** Lipsch

36. 茎中下部叶腋有短缩的不育枝……………………………………………………37

—. 茎中下部叶腋无短缩的不育枝……………………………………………………38

37. 茎高30—60(100)厘米；叶变异，全缘或羽状浅裂，背面灰白色，密被蛛丝状柔毛，有疏生的腺点；总苞片有时绿色，有时整个或部分呈紫红色……………………36. **优雅风毛菊** ***S. elegans*** Ledeb.

—. 茎高15—30厘米；叶宽线针形或长圆形，沿缘具波状齿，背面灰白色，被蛛丝状毛，无腺点；总苞片沿缘具暗褐色或黑色的窄边…………………………38. **苞鳞风毛菊** ***S. lomatolepis*** Lipsch.

38. 茎生叶叶柄或基部下延，在茎上成翅……………………………………………………39

—. 茎生叶不下延，茎无翅……………………………………………………42

39. 总苞片锐尖或钻形……………………………………………………40

—. 总苞片钝或稍钝……………………………………………………41

40. 叶表面粗糙，背面淡灰色，密被绒毛；头状花序直立，其中有(10)12—13朵花，总苞片顶端渐尖成线状钻形……………………………………29. **天山风毛菊** ***S. larionowii*** Winkl.

—. 叶两面无毛；头状花序俯垂，其中有19—20朵花，总苞片顶端锐尖……………………………………………………28. **新疆风毛菊** ***S. alberti*** Regel. et Winkl.

41. 叶两面绿色，无毛或背面具疏生的短毛，茎中部的叶卵形或椭圆形，基部圆形或微心形；总苞片通常有光泽，近光滑，仅沿缘和顶端被短柔毛……………………47. **宽叶风毛菊** ***S. latifolia*** Ledeb.

—. 叶表面绿色，无毛，背面淡绿色，通常沿脉和沿缘被硬乳头状毛，茎中部叶披针形或长圆状披针形，基部楔形；总苞片暗紫色，有时沿缘有睫毛，顶端被丛卷毛……………………………………………………48. **小花风毛菊** ***S. parviflora*** (Poir.) DC.

42. 叶肉质……………………………………………………43

—. 叶薄或硬，但不为肉质……………………………………………………44

43. 植株高5—15厘米；头状花序多数，排列成紧密的伞房花序成半球形……………………………………………………24. **达乌里风毛菊** ***S. davurica*** Adams

—. 植株高15—50厘米；头状花序多数，按1—3在枝端排成松散的伞房状圆锥花序……………………………………………………23. **假盐地风毛菊** ***S. pseudosalsa*** Lipsch.

44. 叶较硬，革质……………………………………………………45

—. 叶软，草质……………………………………………………46

45. 植株矮，高10—12厘米，灰绿色，密被毛；叶灰白色，羽状浅裂或半裂；头状花序1—3；总苞片被蛛丝状毛，后期裸露，上部颜色深暗……………………35. **伊犁风毛菊** ***S. canescens*** Winkl.

—. 植株较高，高达40厘米；叶绿色，有时背面被柔毛，有多数腺点；头状花序3—10；总苞片钝，具腺点，绿色……………………………………31. **副冠风毛菊** ***S. coronata*** Schrenk

46. 根颈单一;叶两面绿色,披针形至卵形,多少有黄褐色腺点……………………………………………… 47
—. 根颈分叉,多头;叶灰蓝色或灰白色,光滑或被柔毛,无腺点……………………………………………… 48
47. 茎高 4—20 厘米;叶淡绿色,近无毛或被蛛丝状毛,密生黄褐色腺点;外层总苞片卵状披针形 ………………………………………………………49. **假高山风毛菊** ***S. pseudoalpina*** N. D. Simps.
—. 茎高 25—70 厘米;叶绿色,表面无毛,背面光滑或被蛛丝状毛,疏生有腺点或无;外层总苞片广卵形 ……………………………………………………………… 45. **高山风毛菊** ***S. alpina*** (L.) DC.
48. 叶灰蓝色,线状长圆形,近全缘,光滑或被柔毛;头状花序单一,稀 3 个在茎枝顶端 ………………………………………………………………………… 33. **乌鲁木齐风毛菊** ***S. popovii*** Lipsch.
—. 叶灰白色,长圆形,沿缘下卷,密被白色棉毛;头状花序 4—20 个,排列成较紧密的伞房花序 ………………………………………………………………………………34. **灰白风毛菊** ***S. cana*** Ledeb.

分 种 概 述

1. 小果雪兔子　新记录

Saussurea simpsoniana (Field. et Gardn.) Lipsch. Нов. сист. высш. раст. 319, 1964; Род *Saussurea* DC. 47, 1979; 西藏植物志 4:880,1985——*Aplotaxis simpsoniana* Field. et Gardn. Sertum Pl. tab.26. cum descr. 1844.

生于高山流石滩,海拔 4 700— 5 750 米。

产塔什库尔干,也产西藏西部。印度西北部、锡金、尼泊尔、巴基斯坦也有分布。

2. 鼠麴雪兔子

Saussurea gnaphalodes (Royle) Sch. Bip. Linnaea, 19:331, 1846; Фл. СССР, 27:390, 1962; Опред. раст. Памира, 243, 1963; Фл. КиргССР, 11:309, 1965; Фл. Казахст. 9:254, 1966; Fl. west Pakistan 775, 1972; 中国高等植物图鉴 4:662, 图 6657, 1975; Род *Saussurea* DC. 48, 1979; 西藏植物志 4:876,图 373:4,1985.——*Aplotaxis gnaphalodes* Royle, Ill. Bot. Himal. 1:351, tab. 59:1, 1835.

生于高山流石滩、山坡石隙,海拔 3 200— 5 000 米。

产昭苏、和静、和硕、沙湾、乌鲁木齐、库车、塔什库尔干、叶城、若羌等地,也产西藏、青海、四川。尼泊尔、印度西北部、巴基斯坦、苏联中亚也有分布。

3. 冰河雪兔子(新拟)

Saussurea glacialis Herd. Bull. Soc. Natur. Mosc. 40(3):144, 1867; Фл. СССР, 27:389, 1962; Опред. раст. Памира, 244, 1963; Фл. Кирг ССР, 11:308, 1965; Фл. Казахст. 9:253, 1966; Род *Saussurea* DC. 48, 1979.

生于高山草甸、山坡、砂砾地及山谷冰碛石缝,海拔 2 700— 4 700 米。

产拜城、塔什库尔干等县。苏联中亚和西伯利亚、蒙古也有分布。

4. 羌塘雪兔子　新记录

Saussurea wellbyi Hemsl. in Hook.f. Icon. Pl. 26, tab. 2588, 1899; Род *Saussurea* DC. 50,1979; 西藏植物志 4:874,图 373:5,1985。

生于高山流石滩、沙砾地,海拔 4 500—4 900 米。

产若羌县,也产西藏、青海、四川。

5. 草甸雪兔子

Saussurea thoroldii Hemsl. Journ. Linn. Soc. Bot. 30:115, tab. 4:5-9,1894; Fl. west Pakistan 777, 1972; Род *Saussurea* DC. 52, 1979; 西藏植物志 4:873, 1985.

生于高山河滩、盐碱地，海拔 4 700—5 200 米。

产若羌、民丰、和田等县，也产西藏、青海。巴基斯坦、克什米尔地区也有分布。

6. 肉叶雪兔子

Saussurea thomsonii Clark, Compos. Ind. 227, 1876; Fl. west Pakistan 777, 1972; Род *Saussurea* DC. 52,1979; 西藏植物志 4:874，图 373:2,1985。

生于高山河滩、山坡，海拔 4 700—5 200 米。

产若羌、和田等县，也产西藏、青海。巴基斯坦、克什米尔地区也有分布。

7. 雪莲(新疆通称)

Saussurea involucrata (Kar. et Kir.)Sch. Bip. Linnaea, 19:331, 1846; Род *Saussurea* DC. 59, 1979.——*S.involucrata* (Kar. et Kir.) Maxim. Bull.Acad.Sci. Petersb. 27:489, 1881; Фл. СССР, 27:383, 1962; Фл. КиргССР, 11:304, т.23, 1965; Фл. Казахст. 9:251, 1966. ——*Aplotaxis involucrata* Kar. et Kir. Bull.Soc. Natur. Mosc. 15(2):389,1842.

生于高山冰渍石、流石滩石隙、高山草甸悬崖峭壁上，海拔 2 400—4 100 米。

产昭苏至巴里坤沿天山一带各县，以及博乐、塔城、阿勒泰、富蕴、青河等县市。苏联西西伯利亚和中亚也有分布。

8. 膜苞雪莲

Saussurea bracteata Decne. in Jacquem. Voy. Inde, 4:94, tab. 102, 1843; Fl. west Pakistan773, 1975; Род *Saussurea* DC. 60, 1979; 西藏植物志 4:867, 图 372:4,1985。

生于高山流石滩、高山草甸，海拔 4 600—5 300 米。

Lipschitz 在风毛菊属专著中指明喀什地区有分布，现未见标本，收载待查。我国西藏也产。克什米尔地区也有分布。

9. 草地风毛菊

Saussurea amara (L.) DC. Ann. Mus. Hist. Natur. Paris, 16:200, 1810; Фл.СССР, 27:520, 1962; Фл.КиргССР, 11:320, 1965; Фл. Казахст. 9:278, табл. 31:3, 1966; 中国高等植物图鉴 4:641，图 6695,1975；Род *Saussurea* DC. 66, 1979; 内蒙古植物志 6:235,1982.——*Serratula amara* L. Sp. Pl. 819. 1753.

生于田边、路旁、荒地和河、湖岸边盐碱地，海拔 990—1 220 米。

产阿勒泰、吉木乃等县市，也产东北、华北及西北。蒙古、苏联西伯利亚和中亚也有分布。

10. 展序风毛菊(新拟)

Saussurea prostrata Winkl, Тр. Петерб. бот. сада, 92:518, 1886; Фл.СССР; 27:534, 1962; Фл. КиргССР, 11:320, табл. 24:3, 1965; Фл. Казахст. 9:280, 1966; Род *Saussurea* DC. 75, 1979.

生于水边、泛滥地草甸、芨芨草草甸、路旁，海拔 530—1700 米。

产昭苏、霍城、察布查尔、和布克赛尔等县。苏联中亚也有分布。

11. 强壮风毛菊 新记录

Saussurea robusta Ledeb. Fl. Ross. 1:16, tab. 65, 1829; **Фл. СССР, 27:533, 1962**; Фл. Казахст. 9:279, табл. 31:5, 1966; Род *Saussurea* DC. 77, 1979.

生于砾石戈壁滩、盐碱地、盐渍化草甸、荒山坡，海拔约700米。

产阿勒泰、伊宁等县市。苏联西西伯利亚和中亚也有分布。

12. 蒙新风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea grubovii Lipsch. Бот. мат. Герб. Бот. инст. АНСССР, 21:366, рис. 2, 1961; Фл.Казахст. 9:276, 1966; Род *Saussurea* DC. 80, tab. 5, 1979.

生于平原盐渍化草甸、河谷滩地和阶地灌丛中，海拔1 100—1 900米。

产巴里坤、青河、塔城等县。蒙古、苏联西西伯利亚也有分布。

13. 裂叶风毛菊

Saussurea laciniata Ledeb. Fl. Ross. 1:16, tab. 64, 1829; Фл. СССР, 27:529, 1962; Фл. Казахст. 9:278, табл. 31:4, 1966; Род *Saussurea* DC. 85, 1979; 内蒙古植物志 6:234，图版 87:4—7，1982.

生于盐湖边的盐碱地和盐渍化的砾石地，海拔约2 200米。

产霍城县，也产内蒙古。蒙古、苏联中亚也有分布。

14. 翅茎风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea alata DC. Ann. Mus. Hist. Natur. Paris, 16:202, pl. 12, 1810; Фл.СССР, 27:526, 1962; Род *Saussurea* DC. 87, 1979.

生于农田、荒地和河、湖边盐渍化草甸，海拔540—1 200米。

产阿勒泰、青河等县市。蒙古、苏联东西伯利亚也有分布。

15. 大序风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea frolovii Ledeb. Fl. Ross. 4:16, tab. 352, 1833; Фл. СССР,27:384, 1962; Фл. Казахст. 9:252, табл. 28:1, 1966; Род *Saussurea* DC. 93, tab. 12 1979.

生于高山和亚高山草甸、山谷林缘，海拔2 000—2 060米。

产布尔津、哈巴河、塔城等县。苏联西西伯利亚和中亚(塔尔巴哈台)也有分布。

16. 藏新风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea kuschakewiczii Winkl. Тр. Петерб. бот. сада, 11(1):170, 1889. Фл. СССР, 27:502, 1962; Опред. раст. Памира, 244, 1963; Фл. КиргССР, 11:316, 1965; Фл. Казахст. 9:274, табл. 30:6, 1966; Род *Saussurea* DC. 98, 1979.

生于高山草甸、冰渍石隙，海拔约3 700米。

产乌恰县。苏联中亚也有分布。

根据产于西藏喜马拉雅山卵叶风毛菊 *S.ovatifolia* Y. L. Chen et S. Y. Liang 的形态描述和附图，与本种极近似，有可能为同一植物，由于未见标本，留待以后查证。

17. 木质风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea chondrilloides Winkl. Тр. Петерб. бот. сада, 11(1):169, 1889; Фл. СССР, 27:512, 1962; Фл. Узбекист. 6:339, 1962; Fl. west Pakistan 773, 1971;

Род *Saussurea* DC. 100, tab. 13, 1979.

生于沙质盐土、田边、碎石麓积，海拔 1 800—2 500 米。

产莎车、阿图什等县。苏联中亚(乌兹别克)、阿富汗、伊朗也有分布。

18. 针叶风毛菊

Saussurea subulata Clarke, Compos. Ind. 226, 1876; Fl. west Pakistan 777, 1972; Род *Saussurea* DC. 109, 1979; 西藏植物志 4:907,图 386:12—17,1985.

生于高山草甸、河谷砾石山坡，海拔 4 500—5 000 米。

产若羌、和田等县，也产西藏、青海。锡金至巴基斯坦也有分布。

19. 垫状风毛菊(新拟) 特有种

Saussurea pulviniformis Winkl. Тр. Петерб. бот. сада, 11(2): 377, 1891; Фл. СССР. 27:427, 1962; Род *Saussurea* DC. 110, 1979.

生于高山草甸、盐碱地，海拔 2 500— 3 500 米。

产乌恰县。

本种为 Winkler 根据 Regel 1879 年 5 月在我国伊犁地区 Taldy 采集的标本确定。因 5 月植株生长发育尚不完全，花序大小，花的长短和冠毛等不可能详细。根据乌恰产标本，形态与描述基本相似，但大小、长短有些差异，故仍定为本种。

20. 中新风毛菊(新拟)

Saussurea famintziniana Krassn. Scripta Bot. Univ. Petropol. 2(1):71, 1887; Фл. СССР, 27:510, 1962; Опрад. раст. Паммра, 244, 1963; Фл. Кирг ССР, 11:319, 1965; Род *Saussurea* DC. 115, tab. 17, 1979.

生于高山草原、砾石质山坡，盐渍地，海拔约 3 700 米。

产乌恰县。苏联中亚也有分布。

21. 高盐地风毛菊(新拟) 特有种

Saussurea lacostei Danguy. Journ.Bot Paris, 21:52, 1907; Род *Saussurea* DC. 115, 1979.

生于高山盐碱地、海拔 2 650— 3 000 米。

产喀什、阿克陶、阿合奇等县。

模式产新疆阿克陶县慕士塔格山。

22. 太加风毛菊(新拟) 新记录

Saussruea turgaiensis B. Fedtsch. Fedds Repert. 8:497, 1910; Фл. СССР, 27:508, табл. 38:1, 1962; Фл. КиргССР, 11:318, 1965; Фл. Казахст. 9:277, табл. 31:2, 1966; Род *Saussurea* DC. 115, 1979.

生于平原盐渍化草甸和河、渠岸边，海拔约 660 米。

产布尔津、克拉玛依、塔城等县市。苏联中亚和西西伯利亚也有分布。

23. 假盐地风毛菊(新拟)

Saussurea pseudosalsa Lipsch. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., отд. биол. 59(6):79, 1954; Род *Saussurea* DC. 116, 1979.

生于河、湖、渠边及泉水附近的盐碱地上。

产喀什、若羌等县。蒙古也有分布。

本种模式产新疆喀什地区的 Dshurga。

24. 达乌里风毛菊　新记录

Saussurea davurica Adams, Nouv.Mem. Soc. Mosc. 3:251, 1834; Фл. СССР, 27:507, 1962; Род *Saussurea* DC. 116, 1979; 内蒙古植物志 6:242,图版 91:1—3,1982.

生于荒漠草原地带盐渍化的低湿地,海拔约 1 000 米。

产巴里坤县,也产甘肃、宁夏、内蒙古、黑龙江。苏联西伯利亚、蒙古也有分布。

25. 喀什风毛菊(新拟)　新记录

Saussurea kaschgarica Rupr. Mem. Acad. Sci. Petersb., Ser. 7, 14(4):54, 1869; ФЛ. СССР, 27:509, 1962; ФЛ. КиргССР, 11:318, 1965; Род *Saussurrea* DC. 117, 1979.

生于高山河滩、山谷出口的杂石堆，海拔约 3 200米。

产乌恰县。苏联中亚(吉尔吉斯)也有分布。

26. 盐地风毛菊

Saussurea salsa (Pall.) Spreng. Syst. veg. 3:381, 1826; ФЛ. СССР, 27:504, табл.37:1, 1962; Фл,Узбекист. 6:337,табл. 31:2, 1962; Опред. раст. Памира,243,1963; Фл. КиргССР, 11:317, 1965; Фл. Казахст. 9:276, табл. 31:1, 1966;中国高等植物图鉴 4:630,图 6674,1975; Род *Saussurea* DC. 117, 1979;内蒙古植物志 6:242,图版91:4—7,1982。——*Serratula salsa* Pall. Reise, 1, Anhang: 502. 1771.

生于平原荒漠至高山盐碱地,海拔 190— 3 250 米。

产全疆各地,也产内蒙古也产。欧洲及苏联、蒙古、阿富汗也有分布。

27. 卵圆叶风毛菊(新拟)

Saussurea ovata Benth. in Henders and Hume, Lahore to Yarkand, 325, tab. color.,1873, Фл. СССР, 27:503, 1962; Фл. КиргССР, 11:317, 1965; Род *Saussurea* DC. 120, tab, 19,1979.

生于高山草甸砾石质山坡,海拔 3 600—4 300 米。

产乌恰县。苏联中亚(吉尔吉斯)也有分布。

28. 新疆风毛菊(新拟)　特有种

Saussurea alberti Regel. et Winkl. Тр. Патерб. бот. сада, 6(2):298, 1880; Фл. СССР, 27:426, 1962; Род *Saussurea* DC. 122, 1979.

本种是 Regel 从新疆带回去的种子,栽培在彼得堡植物园而得到的植物标本确定的。现未见标本,待查。

29. 天山风毛菊(新拟)

Saussurea larionowii Winkl. Тр. Петарб. бот. сада, 11 (2):376, 1890; Фл. СССР, 27:425, 1962; Фл. КиргССР,11:315, 1965; Фл. Казахст. 9:268, 1966; Род *Saussurea* DC. 122, 1979.

生于云杉林下、亚高山和高山草甸、砾石质山坡,海拔 2 100—3 800 米。

产库车、沙湾、玛纳斯、和静、乌鲁木齐、奇台等县。苏联中亚也有分布。

本种模式产新疆和静大尤尔都斯。

30. 尖苞风毛菊(新拟)　特有种

Saussurea mucronulata Lipsch. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., отд. биол. 596:80, 1954; Род *Saussurea* DC. 122, tab. 18:7-12, 1979.

生于高山砾石质山坡，海拔约 3 000 米。

产于我国新疆的天山。模式产 Далыч-Дабан，现未见标本，待查。

31. 副冠风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea coronata Schrenk, Bull. Phys.-Mathem. Acad. Sci. Petersb. 3(7):107, 1845. Фл. СССР, 27:406, 1962; Фл. Казахст. 9:260, табл. 29:3, 1966; Род *Saussurea* DC. 125, 1979.

生于砾石质山坡。

产霍城县。苏联(准噶尔阿拉套)也有分布。

32. 美丽风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea blanda Schrenk, Bull. Sci. Acad. Sci. Petersb. 10(23):354, 1842; Фл. СССР, 27:407, 1962; Фл. Казахст. 9:260, табл. 29:4, 1966; Род *Saussurea* DC. 125, 1979.

生于砾石质山坡、阴湿峭壁石隙，海拔约 1 600 米。

产托里县。苏联(准噶尔阿拉套)也有分布。

33. 乌鲁木齐风毛菊(新拟)

Saussurea popovii Lipsch. Бюлл. Моск. общ. испыт. прир., отд. биол. 59 (6):82, 1954; Род *Saussurea* DC. 126, tab. 23, 1979.

生于山丘砾石质山坡，海拔 600—800 米。

产乌鲁木齐、昌吉等市。蒙古(准噶尔戈壁)也有分布。

本种模式产新疆乌鲁木齐。

34. 灰白风毛菊

Saussurea cana Ledeb. Fl. Ross. 1:18, tab. 75, 1829; Фл. СССР, 27:413, 1962; Фл. Казахст. 9:264, табл. 29:6, 1966; 中国高等植物图鉴 4:626, 图 6666, 1975; Род *Saussurea* DC. 126, 1979.

生于草原砾石质山坡，海拔达 1 800 米。

产霍城、裕民等县，也产青海、甘肃。苏联西西伯利亚和中亚也有分布。

35. 伊犁风毛菊(新拟) 特有种

Saussurea canescens Winkl. Тр. Петерб. бот. сада, 11 (1):168, 1889; Фл. СССР, 27:418, 1962; Фл. Казахст. 9:265, 1966; Род *Saussurea* DC. 126, 1979.

生于砾石质山坡，海拔约 2 500 米。

产霍城县。

本种模式产新疆伊犁地区赛里木湖附近。

36. 优雅风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea elegans Ledeb. Fl. Ross. 1:19, tab. 77, 1829; Фл. СССР, 27:423, 1962; Фл. Узбекист. 6:338, 1962; Фл.КиргССР, 11:11:315, 1965; Фл. Казахст. 9:267, табл. 39:3, 1966; Род *Saussurea* DC. 128, 1979.

生于山地草原砾石质山坡、田间及山谷草甸，海拔1 470—2 000米。

产昭苏、特克斯、新源、塔城、裕民、吉木萨尔、乌恰等县。苏联中亚也有分布。

37. 倒卵叶风毛菊(新拟)

Saussurea salemannii Winkl. Тр. Петерб. бот. сада, 11(1):166, 1889; Фл. СССР, 27:421, табл. 30:1, 1962; Фл. Казахст. 9:266, 1966; Род *Saussurea* DC.128, 1979.

生于草原山坡及石隙，海拔1 600—2 200米。

产霍城。苏联(塔尔巴哈台)也有分布。

本种模式产新疆伊犁地区赛里木湖附近。

38. 苞鳞风毛菊(新拟)　特有种

Saussurea lomatolepis Lipsch. Бюлл. моск. общ. испыт. прир., отд. биол. 59(6):80, 1954; Фл. СССР, 27:412, 1962; Род *Saussurea* DC. 130,1979.

生于草原山坡、草甸，海拔1 300—2 700米。

产新源、巩留等县。

本种模式产新疆伊犁地区 Кунгес。

39. 白叶风毛菊(新拟)

Saussurea leucophylla Schrenk, Bull. Sci. Acad. Petersb.10(23):354, 1842; ФЛ. СССР, 27:399, 1962; Опред. раст. Паммра, 243, 1963; Фл. КиргССР, 11:309, табл. 24;2, 1965; Фл. Казахст. 9:256, табл. 28:4, 1966; Род *Saussurea* DC. 148, 1979.

生于高山和亚高山草甸、山坡及沼泽草甸，海拔2 300—3 700米。

产昭苏至奇台沿天山一带，以及裕民、和田，策勒等县。苏联中亚和西伯利亚、蒙古也有分布。

40. 暗苞风毛菊(新拟)　新记录

Saussurea schanginiana (Wydl.) Fisch. ex Herd. Bull. Soc. Natur. Mosc. 41(3):5, 1868; Фл. СССР, 27:397, 1962; Фл. КиргССР, 11:310, 1965; Фл. Казахст. 9:255, табл. 28:3, 1966; Род Saussurea DC. 149, 1979.——*Lagurostemon pygmaeus β. schanginiana* Wydl. Linnaea, 5:427, 1830.

生于高山和亚高山草甸山坡，海拔2 100—2 800米。

产布尔津、吉木乃、和布克赛尔、托里、和硕等县。蒙古、苏联中亚和西伯利亚也有分布。

41. 阿尔泰风毛菊(新拟)　新记录

Saussurea krylovii Schischk. et Serg. Сист. зам. Герб. Томск. унив. 1:1, 1944; Фл. СССР, 27:396, 1962; Фл. Казахст. 9:254, 1966; Род *Saussurea* DC. 153, 1979.

生于高山草甸砾石质山坡，海拔2 300—2 800米。

产哈巴河、富蕴、青河、塔城等县。苏联西伯利亚和中亚(塔尔巴哈台)也有分布。

42. 托里风毛菊　新种　图1

Saussurea tuoliensis K. M. Shen, sp. nov.

Species *S. sordida* Kar. et Kir. proxima, sed caules cavernosuo; calathiis numerosis racemosis dispositis differt.

Caulis erectus, striatus, 50—100cm altus, cavenosus, superne dense hispidus et glandulosus, inferne laxus glabrescens, ad basem reliquis atro-fuscis vaginis praeditum. Folia late lanceolata vel elliptico-oblonga, ca. 30—40cm lg,. 5—7cm lt., apice acuminata, basi cuneata, margine serrulaota, supra dense glandulosa et albo-pilosa, subtus ad costam dense albo-pilosa; petiolis planis, supra alatuo, inferne angustato, basi in vaginatum dilatatum. Calathidia numerosa (6—7), magna ca. 2 2—3cm lg., 2—2.5cm lt., racemosa disposita, pedunculis brevibus; involucri late campanulati, phylla 4-seriata, exteriora ovato-lanceolata ca.1.3cm lg., apice acuminata crinita, interiora linearia, ca. 1.5cm lg., 2mm lt., Receptaculum dense paleaceum. Flores purpurei, ca. 1.4—1.5cm lg., tubo 5—7mmlg., limbo 8—9mm lg., antherae caudis in lanam laceratis. Achaenia cylindrica, 5—6mm lg., glabra. Pappus albus biseriatus, setis exterioribus brevibus scabris, interioribus longioribus ca. 1.2—1.4cm lg. plumosis.

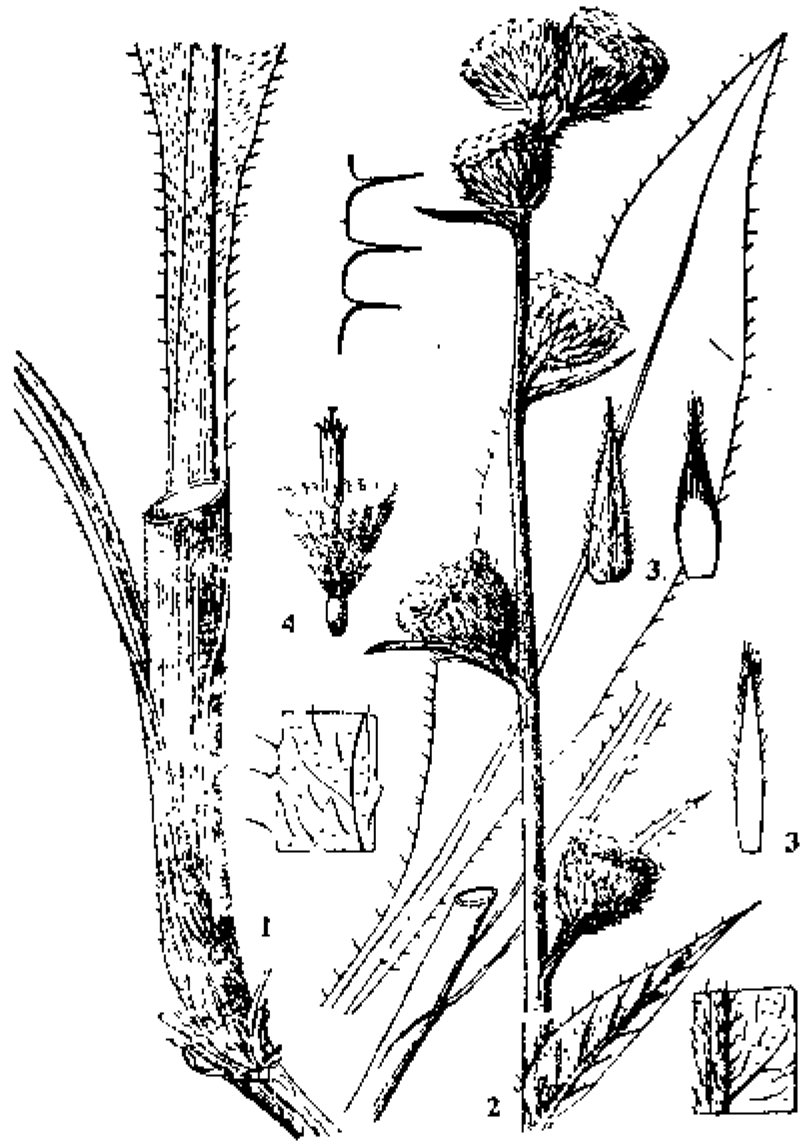


图 1 托里风毛菊 *Saussurea tuoliensis* K.M. Shen

1. 植株下部； 2.植株上部及花序； 3.外、中、内层总苞片； 4.花.(谭丽霞绘)

Xinjiang: Tuoli, 7, VIII, 1957, K.C.Kuan 2580(Typus, XJPI).

多年生草本。茎直立，有棱，高 50—100 厘米，中空，上部密被短粗毛和腺毛，下部近光滑，基部被暗褐色的残叶鞘。叶宽披针形或长圆状椭圆形，长约 30—40 厘米，宽 5—7 厘米，渐尖，基部楔形，沿缘具细齿，上面密被腺和白毛，下面沿中脉密被白毛；叶柄平，上部有翅，向下逐渐变狭，基部成鞘状。头状花序多数(6—7)，大，长约 2.2—3 厘米，宽2—2.5 厘米，排列成总状花序，花序梗短；总苞宽钟状，被毛，总苞片 4 层，外层卵状披针形，长约 1.3 厘米，宽 4 毫米，顶端渐尖，具髯毛，内层线形，长约 1.5 厘米，宽 2 毫米；花托具密集的托片；花紫色，长约 1.4—1.5 厘米，管长 5—7 毫米，檐部长 8—9 毫米；花药基部棉毛状撕裂。瘦果圆柱形，长 5—6 毫米，光滑；冠毛两层，外层粗糙，短；内层白色羽状，长约 1.2--1.4 厘米。

新疆：托里，山坡，1957 年 8 月 7 日，关克俭 2580(模式标本，藏中国科学院新疆生物

土壤沙漠研究所植物标本室)；温泉，哈夏林场石门子，海拔 2 000 米，1983 年 8 月 5 日，八一农学院 B.83-1677；和布克赛尔(和丰)，阿吾斯齐翁格勒沟，海拔 1 800 米，1983 年 7 月 30 日，八一农学院B.83-1276。

43. 污花风毛菊(新拟)

Saussurea sordida Kar. et Kir. Bull. Soc. Natur. Mosc. 15(2):389, 1842: Фл. СССР, 27:400, 1962; Фл. КиргССР, 11:310, табл. 24:1, 1965; Фл. Казахст. 9: 256, табл. 28:5, 1966; Род *Saussurea* DC. 153, 1979.

生于高山和亚高山草甸、砾石质山坡，海拔 2 100—2 800 米。

产沙湾、玛纳斯、乌鲁木齐、库车等县市。苏联中亚也有分布。

44. 藏西风毛菊

Saussurea stoliczkae Clarke, Compos. Ind. 225, 1876; Род *Saussurea* DC. 169, 1979. 西藏植物志 4:910，图 387:6—10，1982。

生于高山草甸，海拔约 4 500—4 670 米。

产若羌、塔什库尔干等县，也产西藏。印度西北部、克什米尔地区也有分布。

45. 高山风毛菊

Saussurea alpina (L.) DC. Ann. Mus. Hist. Natur. Paris, 16:198, 1810; Фл. СССР, 27:489, 1962; Фл. КиргССР, 11:316, 1965; Фл. Казахст. 9:272, 1966; Род *Saussurea* DC. 223, 1979.——*Serratula alpina* L. Sp.pl. 2:816, 1753.

生于高山冻土带、山麓碎石、砾石山坡。

Lipschitz 在风毛菊属专著中指明，新疆有分布。未见标本，待查。

46. 昆仑风毛菊(新拟)　特有种

Saussurea cinerea Franch. Bull. Mus. Nat. Hist. Natur. Paris, 3:324, 1897; Род *Saussurea* DC. 229, 1979.

生于高山砾石质山坡，海拔 3 200—3 910 米。

产和田、策勒等县。

模式标本产新疆喀什地区昆仑山。

47. 宽叶风毛菊　新记录

Saussurea latifolia Ledeb. Fl. Ross. 1:17, tab. 70, 1829; Фл. СССР, 27: 478, 1962; Фл.Казахст. 9:270, 1966; Род *Saussurea* DC. 229, 1979.

生于林下和林缘，海拔约 2 500 米。

产阿勒泰市。苏联西伯利亚和中亚、蒙古也有分布。

48. 小花风毛菊

Saussurea parviflora (Poir.) DC. Ann. Mus. Hist. Natur. Paris, 16:200, 1810; Фл. СССР. 27:472, 1962; Фл. Казахст. 9:269. 1966;中国高等植物图鉴4:627，图 6668，1975；Род *Saussurea* DC. 239, 1979; 内蒙古植物志 6:257，图版100，1982；西藏植物志 4:893，1985.——*Serratula parviflora* Poir. in Lamark, Encycl. Method. 6:554, 1805.

生于山地森林阳坡、亚高山草甸阳坡和沿河谷的草丛中，海拔 1 400—1 900 米。

产布尔津、哈巴河等县，也产内蒙古、西藏。苏联西西伯利亚、蒙古也有分布。

49. 假高山风毛菊(新拟) 新记录

Saussurea pseudoalpina N. D. Simps. Journ. Linn. Soc. Bot. 41:427, pl. 22, fig. 1—7, 1913; Род *Saussurea* DC. 241, 1979.

生于高山和亚高山盐渍化的草甸,海拔 2 630—2 900 米。

产哈巴河、青河等县。苏联西西伯利亚、蒙古也有分布。

新疆嵩草属植物的研究

冷巧珍

摘　要

新疆嵩草属植物现有11种，其中2个新记录种。据Clarke和Kükenthal等的文献研究，根据花序穗状或圆锥状，小穗单一或多数，支小穗两性或单性、雌雄同株或异株、根状茎密丛生或匍匐生等特点，将属下分为4个组(Section)。在属内统一编排分种检索表。对每一种的研究文献、产地、生境、地理分布、群落学作用和经济价值等作了阐述。

嵩草是生长在寒冷、水分适中的高山环境的一个类群，是寒冷中生多年生草本，以它为建群种组成的植物群落归属于高寒草甸，在山地植被垂直带谱中，形成高寒草甸带。在草地季节轮牧中划为夏季利用，在高山占据很大面积，嵩草是主要饲用植物，优良牧草，加上高山优越的地理条件，构成良好的夏季放牧场，在畜牧业发展中具有重要地位，应注意合理利用，加强保护，防止草群退化和种类减少的趋势。

嵩草属(*Kobresia*)由Willdenow 1805年建立，其后Steudel、Böckeler、Clarke、Bentham、Hookerf.、Kükenthal、Сергиевск和Иванова相继进行了研究。Иванова对全世界的种类作了系统整理，计有40种，其中发表6个新种，并出版了专属著作。近些年来，Егорова、Hara、Williamsii及Koyama等对地区性的种类作了大量研究。根据李沛琼的研究，全属约有60种。新疆现有11种。

本属分布于北半球温带和寒带的高山或高原，绝大多数种类分布在喜马拉雅山和青藏高原。主产亚洲，少数种见于欧洲及北美洲。我国主要分布在西南，部分种类分布在西北的高山地带。

属的特点

Kobresia Willd. Spec. Pl. 4:205, 1805.

多年生草本，植株高50厘米以下。一般具短根状茎密丛生，稀匍匐生。由茎秆、基生叶和残存枯死秆叶形成稠密的生草丛，秆直立，圆柱形或三棱形。根无毛或具稠绒毛。叶基生，窄披针形、线形或鬃状，平展或卷折，先端稍尖，一般比秆短或近相等；叶鞘棕色或褐色，草质或薄革质，略具光泽。茎秆顶生单一穗状或圆锥状花序，由1至多数小穗构成，小穗具1至数个支小穗，支小穗两性或单性，顶生的为雄性，侧生的为雄雌顺序或雌性、雌雄同株或异株，雄花有3枚雄蕊，外面具1枚鳞片，雌花有1枚雌蕊，柱头3，稀2，基部包有先出叶和鳞片，先出叶的边缘下部连合或连合至2/3。小坚果倒卵形、倒卵状长圆形、长圆形、卵圆形、稀近圆形，一般具三棱，稀平凸状，多具短喙，常有光泽。部分种具退化小穗轴。

分种检索表

1. 单一小穗顶生，支小穗两性，具花数朵或单性，具花1朵，组成单一的穗状花序。
  2. 支小穗两性，雄雌顺序，上部具雄花数朵，下部仅1朵雌花。
    3. 先出叶的边缘连合至2/3，支小穗较大 ………………………………… 1.**粗状嵩草** ***K.robusta***
    3. 先出叶的边缘连合在1/3以下，支小穗较小。
      4. 先出叶无脊无脉。
        5. 植株高30—50厘米，秆径粗2—3毫米，花序宽5—8毫米，有时下部的支小穗有分支。
          6. 坚果椭圆形或卵圆形，具光泽，鳞片三角状卵圆形………………2.**藏西嵩草** ***K.deasyi***
          6. 坚果倒卵圆形，无光泽，鳞片长圆状卵圆形 …………………3.**塔城嵩草** ***K.smirnovii***
        5. 植株高20—30厘米，秆径粗1—2毫米，花序宽3—4毫米 ………4.**西藏嵩草** ***K.tibetica***
      4. 先出叶具脊。
          7. 植株高8—13厘米，叶片平展，外层枯死叶片不脱落…………5.**矮生嵩草** ***K.humilis***
          7. 植株高15—40厘米，纤细，叶片卷折线形，外层枯死叶片脱落，残留断痕面几呈截形。
            8. 支小穗含花3—6朵 …………………………………… 6.**线叶嵩草** ***K.capillifolia***
            8. 支小穗含花2朵(稀3朵) ……………………………………… 7.**嵩草** ***K.bellardii***
  2. 支小穗单性，含花1朵，雌雄同株或异株，具退化小穗轴…………………8.**高山嵩草** ***K.pygmaea***
1. 小穗多数，复穗状，组成疏散或密集的圆锥花序。
          9. 植株具极短密丛生的根状茎，柱头3。
            10. 圆锥花序较疏散，椭圆形，坚果长圆形，先端具长喙，喙长达坚果的1/2 ………
            ……………………………………………………9.**窄果嵩草** ***K.stenocarpa***
            10. 圆锥花序紧密，长卵圆形，坚果倒卵状椭圆形或椭圆形，具较短的喙…………
            …………………………………………………… 10.**喜马拉雅嵩草** ***K.royleana***
          9. 植株具细长匍匐生的根状茎，柱头2 ……………… 11.**大花嵩草** ***K.macrantha***

属下分组及种的描述

组1. 穗状嵩草组 Sect. *Elyna* (Schrad.) C. B. Clarke in Hook. f. Fl. Brit. India 6:696, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ.20, 38:34, 1909.——*Elyna*, (Gen.) Schrad. Fl. Germ. 1:155, 1806.

穗状花序，单一小穗顶生，支小穗两性，侧生的雄雌顺序。

1. 粗壮嵩草

Kobresia robusta Maxim. in Bull. Acad. Sci. Pétersb. 29:218, 1883; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:36, 1909; Иванова в Бот. Ж. 24, 5—6:488, 1939; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:35, 1967；中国高等植物图鉴 5:259，1976；杨永昌，西藏植物志 5:373，1987.

产若羌县，也产西藏、青海、甘肃。生于河岸低阶地、浅沟及低洼地，水分条件较好，适应沙质土壤。仅分布在东昆仑山内部高原的盆地中，海拔3 800—4 500米，生长在以紫花针茅(*Stipa purpurea*)为优势种的草甸化高寒草原群落中，粗壮嵩草列为次优势种，是建造群落的重要成分，这类群落共有植物约20种，草层高10厘米，盖度80%左右。它还

参入高寒草原群落中，只作为伴生植物。

2. 藏西嵩草

Kobresia deasyi C.B.Clarke in Kew Bull. Add. Ser.8:68, 1908; T. Koyama in Ohashi, Fl.E.Himal.3:128, 1975; Hara and Williams in An enumeration of the flowering pl. of Nepal. 1:113, 1978; 杨永昌，西藏植物志 5:375, 1987.——*K.pamiroalaica* Ivanova in J. Bot. URSS. 24:481, 1939.——*K. tibetica* auct. non Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:34, 1967.

产塔什库尔干和叶城两县，也产西藏。苏联中亚、阿富汗及尼泊尔也有分布。生于海拔 3 000 米以上的河滩阶地及河谷低地，土壤潮湿，为沼泽化草甸土，土表具有盐霜，弱度盐渍化。分布帕米尔高原和西昆仑山的高山地带。

藏西嵩草以建群种独立形成沼泽化草甸群落，或与苔草共建群落，虽然群落结构简单，草层低矮，但植物生长茂密，覆盖度大，达 80—90%，藏西嵩草分盖度可占 50—60%。鲜草产量(据 6 月中旬测产，偏低)，每公顷产 1 650 公斤，营养成分(占百分数：水分8.40、粗蛋白 13.62、粗脂肪 3.09、粗纤维 17.9、无氮浸出物 48.01、灰分 7.89、钙0.96、磷 0.13)分析结果可以看出，富含蛋白质和脂肪，营养丰富，催肥上膘，为各类牲畜喜食的牧草。在荒漠化强烈十分干旱的帕米尔和西昆仑高山上，有这样绿草成茵的草地，堪称绿色明珠，它是优良的放牧场，对该地区畜牧业的发展有着重要意义，应注意合理利用，并采取措施加以保护，严防草地退化。

T.Koyama 首先将 *K.pamiroalaica* 合并入 *K.deasyi* 中，杨永昌在《西藏植物志》中同意上述合并。本作者也同意这样处理，曾见过模式标本照片和简记，认为此两种外部形态极其相似，所不同点 *K.deasyi* 的柱头 2，而 *K.pamiroalaica* 的柱头 3。

3. 塔城嵩草

Kobresia smirnovii Ivan.в Бот. Ж. 24, 5—6:480, 1939; Грубов, Консл. Фл. МНР. 81, 1955; Фл. Казахст. 2:35, 1958; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:34, 1967; Грубов, опреаелитель сосуаистых растений Монголии 53, 1982. ——*K. schoenoides* Meinsh. Cyperac. Russl. in Acta Horti petrop. 18, 5:278, 1900.

产塔城、额敏、和布克赛尔及青河。此种在我国只分布新疆。苏联中亚和蒙古也有分布。生于亚高山和高山带的谷地、缓坡及平台。它比那些分布在天山高山的种类所处的条件要干燥些，地势较平坦，土壤质地细，为高山草甸土。集中分布于准噶尔西部山地(塔尔巴哈台山海拔 2 400—2 750 米、巴尔鲁克山 2 650 米、乌尔卡沙尔山 2 650 米、沙乌尔山 2 650 米、色米斯台 2 300 米)和阿尔泰山海拔 2 500 米。

塔城嵩草在亚高山以上形成草甸群落，常为单一建群种形成纯的群落，有时分别与苔草、羊茅或杂类草形成各种不同的群落，占据较大的面积。草层高 30—50 厘米，生长茂盛，盖度 70—90%，鲜草产量每公顷产 1 500—2 250 公斤，营养成分(占百分数：水分 6.35、粗蛋白 14.56、粗脂肪 2.70、粗纤维 22.40、无氮浸出物 46.83、灰分 6.18、钙 0.71、磷 0.27)，含蛋白质丰富，叶质柔软，是优良牧草，牲畜喜食，十分耐践踏，是这一地区重要的夏季放牧场。

4. 西藏嵩草

Kobresia tibetica Maxim. in Mél. Biol. 11:864, 1883; Иванова в Бот. Ж.

24,5—6:483, 1939; 中国高等植物图鉴 5:260,1976。

产且末、若羌两县，也产甘肃南部、青海、西藏、四川西部。尼泊尔、不丹、锡金和苏联也有分布。生于地势低洼水分条件尚好的河滩阶地与河谷，沙质土壤。在东昆仑山的高山，海拔 4 000 米以上草甸化草原群落中零星生长，种群数量很少，经济意义不大。

在《亚洲中部植物》一书中，提到分布在昆仑山西部和帕米尔的种，应为藏西嵩草，而不是此种，本种只在昆仑山东部偶而见到。

5. 矮生嵩草

Kobresia humilis (C.A.Mey. ex Trautv.)Serg. in Fl. URSS 3:111, 1935; Иванова в Бот. Ж. 24,5—6:495, 1939; Фл. Киргиз. 2:263, 1950; Фл. Тадж. 2:80, 1963; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:36,1967; 中国高等植物图鉴 5:261,1976; 杨永昌,西藏植物志 5:378,1987.——*Elyna humilis* C.A.Mey.ex Trautv. in Acta Horti Petrop.1,1:21, 1871.

产木垒、奇台、乌鲁木齐、沙湾、昭苏、精河、博乐、温泉、托里、和静、库车、阿克苏、温宿、乌恰、且末、若羌等县市，也产西藏、青海、甘肃、宁夏、河北及四川等省区。苏联中亚也有分布。生于亚高山、高山的山坡与谷地，具薄层细质土，生境不十分潮湿。广泛分布于天山南北坡，海拔 2 500—3 600 米，准噶尔阿拉套山 2 000—2 400 米和巴尔鲁克山 2 650 米，而在帕米尔 2 900 米及东昆仑山海拔 4 000 米以上，则数量均不多。

矮生嵩草分布范围较广，以建群种形成的亚高山草甸和高山草甸群落，生长茂密，盖度 60—90%，草丛高 8—13 厘米，叶片平展，草质柔软，适口性好，牲畜喜食，是良好的夏季放牧场。而在一些地区并不能组成群落，常常是别种群落的伴生植物，皆为夏季利用的牧草。

6. 线叶嵩草

Kobresia capillifolia (Decne.) C.B.Clarke in J. Linn. Soc. Bot. 20:378, 1883; Hook. f. Fl. Brit. Ind. 6:697, 1894; Kük in Pflan. Ⅳ. 20, 38:38, 1909; Serg. in Fl. URSS. 3:109, 1935; Иванова в Бот. Ж. 24, 5—6:486, 1939;Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:31,1967; Hara and Williams in An enumeration of the flowering Pl. of Nepal. 1:113, 1978; 中国高等植物图鉴 5:262,1976;杨永昌,西藏植物志 5:379, 1987——*K.capilliformis* Ivan. в. Бот. Ж. 24, 5—6:484, 1939.——*K.ovczinnikovii* Egor. in Pl. Asiae Centr. 3:33, 1967.——*Elyna capillfolia* Decne. in Jacquem. Voy. Ind. Descr. Coll. Bot. 173, 1844.

产奇台、乌鲁木齐、沙湾、特克斯、昭苏、博乐、裕民、和布克赛尔、吐鲁番、和硕、和静、库车、拜城、温宿、乌恰、塔什库尔干、叶城、策勒和若羌等县市，也产西藏、青海、甘肃、四川等省区。苏联中亚、阿富汗、尼泊尔、巴基斯坦、印度和克什米尔地区也有分布。生于高山带土壤质地较细、土层较厚且湿润的阴坡、山间谷地和泉边、溪旁、河滩等处。

线叶嵩草广泛分布天山南北坡，北坡普遍在海拔 2 500—2 900 米，西部夏塔一带上升到 3 600 米，东部的奇台高达 4 000 米，植株更为矮小，南坡则一般在 2 800 米以上，巴尔鲁克山和沙乌尔山均在 2 300 米，昆仑山在 3 000 米以上，东部上升到 4 400 米的阴坡和河谷，在帕米尔高原出现在海拔 3 700—4 200 米的河滩或水边。

线叶嵩草为建群种形成的群落，在天山的高山地带分布十分广泛，占据面积辽阔，沙

乌尔山的分水岭河流上游发源地形成群落，在嵩草植物中是数量最多，分布最广，经济意义居首的一类，这类高山草甸为新疆重要的夏季放牧场，草丛高 15—40 厘米，覆盖度70—95%，线叶嵩草分盖度达 60—85%，伴生植物较多，生长茂密，鲜草产量每公顷产 1 750 公斤左右，营养物质丰富，据营养成分分析（占百分数：水分 9.62、粗蛋白 13.43、粗脂肪 4.46、粗纤维 21.74、无氮浸出物 43.64、粗灰分 6.42、钙 0.59、磷0.10），线叶嵩草的茎叶柔软，适口性好，各种牲畜均喜采食，是一种优良牧草，由它组成的放牧场是质量上等牧场，在牧业生产上占居重要地位，应注意保护这类牧场，严加控制过渡放牧。生长在帕米尔和昆仑山高山的阴坡、河谷及河滩、水旁的，不具有建群种的作用，而是参入散生在高寒草甸化草原或沼泽化草甸中。

线叶嵩草与 *K.capilliformis* 尽管有的学者指出了区别的形态特点，但实际上大量植物标本相比较时，很难区别开，不仅形态上如此，它们的生长环境、分布区域也没有办法隔开，在难于分开的情况下，只得将后者并入前者。关于 *K.ovczinnikovii* 的形态特点，介于以上两种之间，相互交叉，更无法区别，单独订为新种值得重新考虑，也并入线叶嵩草。

7. **嵩草**

Kobresia bellardii (All.) Degl. in Loisel. Fl. Gall. 2:626, 1807; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:37, 1909; Cyperac. in North America Fl.18, 1:4, 1931; Serg. in Fl. URSS 3:109, 1935; Ohwi. Cyper. Jap. 1:514, 1936; Иванова в Бот. Ж. 24,5—6: 486, 1939; Грубов, Консп. Фл. МНР. 81, 1955; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3: 31, 1967; 中国高等植物图鉴 5:261, 1976; 东北草本植物志 11:67, 1976; 杨永昌，西藏植物志 5:387, 1987——*Carex bellardii* All. Fl. Pedem. 2:264, 1785.

产青河、和布克赛尔、裕民、沙湾和乌鲁木齐，也产东北、河北、宁夏、甘肃、青海、西藏等地。苏联中亚和西伯利亚、蒙古、朝鲜、日本及北美洲也有分布。生于较潮湿的山坡及河滩、低阶地。分布的海拔高度，阿尔泰山 2 450—2 600 米，沙乌尔山 2 300—2 500 米，巴尔鲁克山 2 600 米，天山北坡 2 300—3 700 米。

嵩草以建群种组成群落主要见于阿尔泰山，潮湿地成片生长，分布的面积不大，在其他山地常与线叶嵩草、矮生嵩草或塔城嵩草分别共建群落，有时作为伴生植物参入其他高山草甸中。草群生长茂密，盖度一般为 60—80%，高者可达 95%，草层高 15—20 厘米，鲜草产量每公顷产 1 500 公斤，嵩草秆细叶多且柔软，适口性好，牲畜喜食，是夏季牧场的优良牧草。

组2. 异穗嵩草组 Sect. *Hemicarex* (Benth.) C.B.Clarke in Hook. f. Fl. Brit. India 6:694, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:38, 1909.—— *Hemicarex* Benth. in J. Linn. Soc. 18:367, 1881.

穗状花序，单一小穗顶生，支小穗单性，雌雄同株或异株。

8. **高山嵩草** 新记录

Kobresia pygmaea (C.B.Clarke) C.B.Clarke in Hook. f. Fl. Brit. Ind. 6: 696, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:39, 1909; Иванова в Бот. Ж. 24, 5—6:498: 1939; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:37, 1967; Ohwi in Ara. Fl. E. Himal. 2: 151, 1971; T.Koyama in Ohashi Fl. E. Himal. 3:128, 1975; Hara and Williams in An enumeration of the flowering plants of Nepal 1:113, 1978; 中国高等植物图

鉴 5:263,1976;杨永昌,西藏植物志 5:382,1987.——*Hemicarex pygmaea* C.B.Clarke in J. Linn. Soc. Bot. 20:383, 1883.

产若羌,也产西藏、云南、四川、青海、甘肃及华北等地。锡金、不丹、尼泊尔、克什米尔地区也有分布。生于十分潮湿的沟谷、低阶地、河滩。分布东昆仑山海拔 4 700 米左右的高寒草甸和沼泽化草甸中,零星生长,种群数量少,植株矮小,高仅 1—3 厘米,在新疆利用价值很低。

组3. 嵩草组 **Sect.** ***Eukobresia*** C.B.Clarke in Hook. f. Brit. India 6:698, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:44, 1909.

圆锥花序(复穗状),小穗多数,支小穗多数,两性或杂性,根状茎极短密丛生,柱头 3。

9. 窄果嵩草

Kobresia stenocarpa (Kar. et Kir.) Steud. in Synops. Cyper. 246, 1855; Иванова в Бот. Ж. 24,5—6:492,1939; Фл. Киргиз. 2:263, 1950; Фл. Казахст. 2: 37, 1958; Фл. Тадж. 2:79, 1963; Иконников, ОпреА. раст. ПамираА 78, 1963; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:38, 1967.——*K.paniculata* Serg. in Fl. URSS 3:111, 1935.——*Elyna stenocarpa* Kar. et Kir. in Bull. Soc. Natur. Moscou, 15:526, 1842.

产塔什库尔干、叶城、策勒、和静、和硕、和布克赛尔、温泉、昭苏、精河、玛纳斯、乌鲁木齐和奇台等县市,也有少量产西藏、青海和甘肃。苏联中亚也有分布。

帕米尔高原较常见,在海拔 3 000—3 700 米的河漫滩或水边,西昆仑山海拔 3 000—4 700 米的河谷或小溪旁,生境潮湿,可以成片生长,独立成为建群种组成群落,或渗入藏西嵩草群落,或与苔草共建群落形成沼泽化草甸,阴湿的山坡上零星分布。在天山北坡的高山上,海拔 2 900—3 700 米的河谷、河源头或冰积物坡地,生境潮湿,形成高寒草甸或沼泽化草甸群落,有时散生在湿润的坡地上,南坡则在大尤尔都斯盆地的沼泽边缘见到小群分布。准噶尔阿拉套山海拔 2 700 米和沙乌尔山海拔 2 650 米的高山带,生阴湿山坡高寒草甸和沼泽化草地。

窄果嵩草植株高可达 40 厘米,秆不粗,叶平展柔软,叶量多,草质优良,营养较丰富,牲畜喜欢采食,为良好的牧草,在成片生长的地方还可割草,用以储备干草,饲用价值较大。

10. 喜马拉雅嵩草 新记录

Kobresia royleana (Nees) Boeck in Linnaea 39:8, 1875; C.B.Clarke in Hook.f.Fl. Brit. Ind. 6:698, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ.20, 38:45, 1909; Serg. in Fl. URSS. 3:110, 1935; Иванова в Бот. Ж. 24, 5—6:492, 1939; Hara in Fl.E.Himal. 1:392, 1966; Egorova in Pl. Asiae Centr. 3:37, 1967; Hara and Williams in An enumeration of the flowering plants of Nepal 1:114 1978; 中国高等植物图鉴 5: 266,1976;杨永昌,西藏植物志 5:396,1987.——*Trilepis royleana* Nees in Edinb. New Phil. J. 17:267, 1834.

产塔城、沙湾、乌鲁木齐、和静、库车、吐鲁番、若羌,西藏与青海为主要产区,甘肃、四川也产。尼泊尔、锡金、不丹、阿富汗、印度、克什米尔地区和苏联也有分布。

喜马拉雅嵩草在新疆分布范围较窄,仅在天山中段南北坡局部地区出现,北坡海拔

2 600—3 300 米，南坡 2 800 米，在巴尔鲁克山的山顶海拔 2 600 米，在昆仑山东部海拔 3 400—4 400 米有分布。生于基质不十分粗糙的鞍形地，河谷侧坡细土质上，土层较厚，土壤不十分潮湿，但在昆仑山东部则生于河阶地沙质土上。是高山草甸中的伴生种类，植株高 25—40 厘米，秆较细，叶宽，叶量也多，是优良牧草，牲畜喜食，但种群数量少，经济意义并不大。

组4. 大花嵩草组 **Sect. *Pseudokobresia*** C.B.Clarke in Hook. f. Fl. Brit. India 6:699, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:50 1909.

圆锥花序(复穗状)，小穗多数，支小穗多数，两性，雄雌顺序，根状茎细长匍匐生，柱头 2。

11. 大花嵩草

Kobresia macrantha Boeck. Cyper. Nov. 1:39, 1888; C.B.Clarke in Hook.f. Fl. Brit. Ind. 6:699, 1894; Kük. in Pflan. Ⅳ. 20, 38:50, 1909; Hara and Williams in An enumeration of the flowering plants of Nepal. 1:113, 1978; 中国高等植物图鉴 5:267,1976;杨永昌,西藏植物志 5:388,1987。

据《西藏植物志》记载新疆有分布，但我们未见标本，附记于此，以备核查。

西藏、青海、甘肃、四川也产。苏联中亚、尼泊尔和克什米尔地区也有分布。

嵩草属植物是生长在寒冷水分适中高山环境的一个类群，广泛分布于天山、沙乌尔山、巴尔鲁克山、塔尔巴哈台山、阿拉套山和阿尔泰山的东南部，多居河流上游谷地、阴坡及河滩低阶地，在昆仑山和帕米尔则分布在高山河谷、溪旁及低洼地。生长地的环境海拔高，气候严寒，温度低，降水量较多，加之高山冰雪融水的补给，土壤湿润，为高山草甸土或沼泽化草甸土，生草层发育，质地为轻壤或沙壤。嵩草形态表现植物低矮、密丛生、根状茎、地下芽、叶线形等是长期适应高寒环境的结果，从它们所需求的水分条件和一些内部解剖特点被视为中生植物。

嵩草是寒冷中生多年生草本，以它为优势形成的植物群落归属于高寒草甸。嵩草高寒草甸是亚洲中部高山典型的植物群落，在山地植被垂直带谱中，形成高寒草甸带，为高山植被带的主要成分。群落的基本特征是草层低矮，结构简单，草群生长密集，盖度大，种类组成较少，生长季节短，生物生产量较低等。

亚高山、高山地带，在草地季节轮牧中划为夏季利用，嵩草群落占据很大面积，嵩草是主要饲用植物，其茎叶柔软，营养丰富，适口性好，是一类优良牧草，各类牲畜均喜采食，尤以羊和马最喜食，加之高山气候凉爽，饮水方便，是良好的夏季放牧场，在畜牧业发展中具有重要地位，经济意义也十分明显，今后应注意合理利用，并加强保护，防止草群退化和种类减少的趋势。

新疆毛茛科的订正和增补

刘 建 国

摘　要

本文记录了我国毛茛科植物新纪录 7 种，新疆新分布 5 种，同时订正了一些种的分类学问题。

继《中国植物志》和《新疆植物检索表》之后，作者在承担《新疆植物志》毛茛科部分编写工作中，对新疆毛茛科作了重新整理。发现 3 个新种和 1 新变种(另文发表)，我国新记录种 7 个，新疆新分布种 5 个，同时订正了一些种的分类学问题，现报道如下。

1. 西伯利亚铁线莲(新分类处理)

Clematis sibirica(L.)Mill. Gard. Dict.ed. 8, 12. 1782; DC. Peodro. 1:10.1824; 中国植物志 28:135, 图版40.1980.——*Atragene sibirica* L. Sp. Pl. 1:543. 1753; Krash. in FL. URSS 7:308. 1937; Гамаюн. во Фл. Казахст. 4:69, табл. 9, Рис. 2. 1961.——*A. alpina* var. *sibirica* Rgl. et Til. in Nouv. Mem. Soc. Nat. Mosc. 11:23. 1859.——*A. tianschanica* Pavl. Вестн. АН. КазССР 4:89, fig. 23. 1951; Ковалев. Опр. Раст. Ср. Азии, 3:195. 1972.

N. Pavlov 于 1951 年建立了天山铁线莲(*Atragene tianschanica* Pavl.)，分布于天山、准噶尔阿拉套山。与西伯利亚铁线莲的主要区别是萼片长 5—6 厘米，退化雄芯顶端微凹或凹缺。1972 年 С.Кавалевская 在 Определитель Растений Средней Азии (Том. Ⅲ)中，将天山铁线莲归并入西伯利亚铁线莲中。针对天山铁线莲这个种的不同分类处理，根据我们的标本进行了研究。从我们现有的大量标本的观察来看，萼片长短并不是稳定的性状，在属于西伯利亚铁线莲特征(即退化雄蕊顶端圆钝)范围内的标本上，亦可见有萼片长达 5—6 厘米者。《苏联植物志》第 7 卷中记载的西伯利亚铁线莲萼片长 3.5—5 厘米；《中国植物志》第 28 卷的记载是 3.5—6 厘米。退化雄蕊顶端微凹的特征常可在天山中部和东部(巴里坤、奇台)采集的标本上见到，并非一定和萼片长 5—6 厘米的特征联系在一起，在地理分布上没有明显的特征，可以认为是西伯利亚铁线莲的一个变异式样。因此，同意 С.Кавалевская 的分类处理，将其归并(见上引证)。

侯月欣、侯文虎于 1986 年描述了一新种伊犁铁线莲(*Clematis iliensis* Y.S. Hou et W. H. Hou)，模式标本采自伊犁谷地巩留林场。根据原描述[见植物研究 6(2): 131. 1986]，伊犁铁线莲与西伯利亚铁线莲的区别是叶为三出复叶，萼片较大，长 5 厘米，宽2—3 厘米。在整理铁线莲属的标本时，又在伊犁地区新源、昭苏两地采集的标本中见有叶为三出复叶的类型。如前所述，萼片大小不是稳定性状，仅三出复叶，小叶较大，长 4—7 厘米，宽 2—4 厘米，卵形或椭圆状卵形可以区分，故作为西伯利亚铁线莲的变种处理较为妥

当，作者在下面将其降为变种等级。

伊犁铁线莲(新组合)

Clematis sibirica (L.) Mill. var. ***iliensis*** (Y. S. Hou et W. H. Hou) J. G. Liu, comb. nov.——*Clematis iliensis* Y.S. Hou et W. H. Hou，植物研究 6(2):131. 1986.

2．密丛拟耧斗菜

Paraquilegia caespitosa (Boiss. et Hohem.) Drumm. et Hutch. in Bull. Misc. Inf. Kew 158. 1920; Schipcz. in Fl. URSS 7:77. 1937; Овчин. во Фл. ТаджССР 4:22, табл. 4, Рис. 4—9. 1975.——*Isopyrum caespitosa*(Boiss. et Hohen in Boiss. Diagn. Pl. or nov. ser I, 8:7. 1849.

密丛拟耧斗菜的特征很明显：植株呈灰绿色；叶为三出复叶；叶、花葶表面粗糙，密被极短的乳突状腺毛以及花瓣长圆状倒卵形，长 4—6 毫米，宽 3.5 毫米，很易区别。

新疆：塔什库尔干县，麻札，海拔 3 800 米，岩石缝隙中，花淡蓝紫色，1974 年 6 月 18 日，新疆生物研究所西藏考察队 3243 号。乌恰县，吉根乡，海拔 2 900 米，山地石质阴坡；丛生，花紫红色或变粉红色，1973 年 5 月 20 号，无采集人 73-17 号。乌恰县，吉根西姆哈那，海拔 3 200 米，草地；草本，1978 年 7 月 29 日，西植新疆队 2138 号。

分布：苏联中亚天山及帕米尔，伊朗也有分布。我国新记录。

3．短距耧斗菜

Aquilegia brevicalcarata Kolokoln. ex Serg. Сист. зам. Герб. Томск. унив. 6:70—80. 1956. Гамаюн. во Фл. Казахст. 4:30, Табл. 3, Рис. 8. 1961.

新疆：哈巴河县，白哈巴东 10 公里，海拔 2 600 米，高山石质坡地；花蓝紫色，1976 年 7 月 18 日，无采集人 10860 号。

分布：苏联西伯利亚。我国新记录。

4．棕萼毛茛

Ranunculus rufosepalus Franch. in Ann. Sc. Nat. ser. 6, 15:217. 1883; Ovcz. in Fl. URSS 7:407, T. 25, fig. 1. 1937. Гамаюн. во Фл.Казахст. 4:101, Табл. 12, Рис. 5. 1961. Овчин. во Фл. ТаджССР 4:107. 1975.

本种花萼背面被褐色柔毛，以三出复叶区别于阿尔泰毛茛(*R. altaicus* Laxm.)和截叶毛茛(*R.transiliensis* M. Pop. ex Ovcz.)。

新疆：塔什库尔干县，克克吐鲁克，海拔 4 530 米，草地；草本，花黄色，1978 年 7 月12 日，新疆采集队 1390 号。塔什库尔干县，昆盖提沟，海拔 4 800 米；高 21 厘米，花黄色，1985 年 8 月 22 日，无采集人 194 号。

分布：苏联中亚。我国新记录。

5．沼泽毛茛

Ranunculus pseudohirculus Schrenk in Fisch. et Mey. Enum. Pl. nov. 2: 65. 1842: Ovcz. in Fl. URSS 7:375. 1937. Гамаюн. во Фл. Казахст. 4:92. 1961. ——*R.pulchellus* var. *pseudohirculus* Trautv. Bull. Soc. Nat. Mosc. ×××III, 68,1860.

新疆：塔什库尔干县，克克吐鲁克，海拔 4 500 米，河滩沼泽草甸；草本，1974 年 6

月 20 日，新疆生物研究所西藏考察队 3292 号。乌库公路胜利大坂，海拔 3 600 米，高山沼泽草甸，1961 年 6 月 26 日，张荣生 3927 号。

分布：苏联中亚山区。我国新记录。

6. 多瓣毛茛

Ranunculus propiquus C.A.Mey. in Ledeb. Fl. Alt. 2:332. 1830; Ovcz. in Fl. URSS 7:461. 1937; Гамаюн. во Фл. Казахст. 4:106. 1961.

本种花瓣通常 8 枚，蜜槽呈鳞片状，卵圆形，长约 1 毫米；上部茎生叶掌状全裂，裂片线状披针形或线形，全缘，长约 2—4 厘米，宽 1.5—2.5 毫米以及花托无毛，很易区别。

新疆：青河县，北 41 公里；草本，高 20—30 厘米，花黄色，1974 年 5 月 31 号，无采集人 00893 号。

分布：苏联西伯利亚。我国新记录。

7. 五裂毛茛

Ranunculus acer L. Sp. pl. 554. 1753; Ovcz. in Fl. URSS 7:461. 1937. Гамаюн. во Фл. Казахст. 4:105, Табл. 13, Рис. 5, 1961.

新疆：哈巴河，河边，海拔 600 米，花黄色，1976 年 6 月 18 日，无采集人 10125 号。布尔津哈纳斯湖，湖边沼泽化草地，海拔 1 400 米，1976 年 7 月 17 日，无采集人 10758 号。

分布：苏联西伯利亚、中亚和欧洲有分布。我国新记录。

8. 苞毛茛

Ranunculu similis Hemsl. in Hook. Ic. Pl. 26:pl. 2586. 1899; Hemsl. et Pearson in Journ. Linn. Soc. Bot. 35:163. 1902.王文采，植物研究6(1):28. 1986.——*R.involucratus* Maxim. Fl. Tangut. 15, tab. 22, fig. 7—13. 1889, non Lapeyr. 1813; Hemsl. in Journ. Linn. Soc. Bot. 30:107. 1894;中国植物志 28:284，图版 89: 3—5.1980.——*R. maximowiczii* Pamp. in Bull. Soc. Bot. Ital. 66, 1915.

苞毛茛相当奇特，茎低矮，高 2—7 厘米，顶端有 1 朵花，与叶均无毛。叶肉质，扁圆形，不分裂，顶部有少数圆齿，基生叶有长柄，茎生叶 2 枚，生于花之下方，在近无柄时呈总苞状。

新疆：若羌县南东昆仑山库木库勒盆地，砾石干河床，海拔4 850米，1984年7月3日，张立运 84-A-262 号。

分布：青藏高原。新疆首次记录。

9. 班戈毛茛

Ranunculus banguoensis L. Liou, 中国植物志 28:293，图版 88:9—10.1980.

本种植株矮小，茎高 1.5—3 厘米，基生叶三深裂不达基部，裂片长圆形以及花直径约 1 厘米，很易区别。

新疆：若羌县南东昆仑山库木库勒盆地，砾石干河床，海拔 4 850 米，1984 年 7 月 3 日，张立运 84-A-272 号。

分布：西藏班戈。新疆首次记录。

10. 黄毛茛

Ranunculus laetus Wall. Cat. n. 4702. 1828; Royle, Ill. Bot. Himal. 1:53. 1839; Ovcz. in Fl. URSS 7:472. 1937. Гамаюн. во Фл. Казахст. 4:108, 1961. 中

国植物志28:316.1980.——*R. pseudo-laetus* Tamura in Acta Phytotax. Geobot. 19:109. 1963.

新疆：乌鲁木齐南山白杨沟，海拔1 800米，山地草原；花黄色，1985年7月30号，刘国钧850164号。

分布：云南、西藏。苏联中亚塔吉克、吉尔吉斯和哈萨克斯坦也有分布。新疆首次记录。

11. 蓝侧金盏花

Adonis coerulea Maxim. in Bull. Acad. Sci. St. Petersb. 22:306. 1877; Fl. Tang. 10, t. 1, f. 10-20. 1889; Finet. et Gagnep. in Bull. Soc. Bot. Fr. 51: 134. 1904; Hand. -Mazz. in Act. Hort. Gothob. 13:169. 1939;中国植物志28:249, 图版83:7—10.1980.

新疆：若羌县，阿尔金山(无准确地点)。

分布：西藏东北部、青海、四川西北部、甘肃。新疆首次记录。

12. 唇花翠雀花

Delphinium cheilanthum Fisch. ex DC. Syst. 1:352. 1818; Prodro. 1:53. 1824. Huth in Bot. Jahrb. 20:466. 1895. Nevski in Fl. URSS 7:162. 1937; Гамаюн. во Фл.Казахст. 4:44, Табл. 5, Рис. 1961.中国植物志27:396, 图版90:7—11. 1979;东北草本植物志3:114,图版46:3—9.1975。

新疆：和布克赛尔，西北约70公里东都郭勒，海拔1 900米，岩石下，高50厘米，1989年7月29日，王兵89-01号。

分布：黑龙江。蒙古、苏联西伯利亚也有分布。新疆首次记录。

13. 和丰翠雀花

Delphinium sauricum Schischk. in Animadvers. Syst. ex Herb. Univ. Tomsk. 8:1. 1936; Nevski in Fl. URSS 7:130. 1937, Гамаюн. во Фл. Аазахст. 4:38. 1961.

新疆：和布克赛尔，西北约70公里，昆都仑郭勒，海拔2 100米，山地草丛；高30—80厘米，叶圆形，1989年7月29日，王兵89-02号。苏联哈萨克斯坦有分布。新疆首次记录。

新疆罂粟属和海罂粟属种皮微雕纹的研究

葛学军　刘国钧

摘　要

本文利用扫描电镜对6种罂粟属和2种海罂粟属植物种子表皮微雕纹形态进行了研究，发现种皮微雕纹是罂粟属和海罂粟属分类的一个显著性状，用它可以来区分属、组、种。

种皮扫描特征的研究，在种子植物分类和系统演化研究中占有重要的地位。在许多类群中，根据种皮微雕纹的特征，可以划分族、属、组，甚至分种。

在罂粟科植物种子研究中，J.A. Swarbrick (1970)[6]曾对5属18种植物的种子用光学显微镜进行了观察，并描述了种子的形状、大小和颜色。Gunn (1980)[4]也用光学显微镜观察了23属200种植物的种子，其中包括罂粟属66种，海罂粟属10种，并根据种子的颜色、形状、有无假种皮及胚的大小、形状等性状编排了分属检索表。

C.Clark(1978)[2]等最早将扫描电镜应用到罂粟科植物的种皮研究中。他们对花菱草属(*Eschscholzia*)种皮微雕纹进行了系统的观察、研究，利用种皮微雕纹对本属13种植物进行了分类，并且为解决花菱草属的系统进化问题提供了有益的资料。

然而在罂粟属和海罂粟属种皮雕纹的亚显微水平研究上，种皮微雕纹的研究尚属空白。作为新疆罂粟科系统研究的一部分，本文报道了作者对主要产于新疆的6种罂粟属植物以及2种海罂粟属植物的种皮微雕纹进行电镜观察的结果，讨论了罂粟属和海罂粟属的亲缘关系；阐述了种皮扫描特征在罂粟科分类学研究中的意义。

一、材料和方法

所观察的材料取自腊叶标本。这8个种是：1. *Papaver pavoninum* Schrenk, 2. *Papaver rhoeas* L., 3. *Papaver tenellum* A. Tolm., 4. *Papaver dubium* subsp. *erosum* (Litv.) Kadreit, 5. *Papaver croceum* Ldb., 6. *Papaver canescens* A. Tolm., 7. *Glaucium squamigerum* Kar. et Kir., 8. Glaucium elegans Fisch. et May.。

每一个种选取种子10—20粒，贴于电镜样品台的双面胶带上，经真空喷镀铂金后，观察、拍照。这些过程是在HITACHI JEM-1200EX透射电镜扫描附件上完成的。

二、观 察 结 果

1. 种子外形

罂粟属种子(0.4—1.5)×(0.3—1.2)毫米，弧形，C形，或肾形。无假种皮。网格简单，多为四角形或不规则，网格小型到中等大小。

海罂粟属种子(1—2.3)×(0.6—1.5)毫米，D形，弧形或肾形。无假种皮。网格大而简单，形状规则，多为四至六边形。

2. 种皮微雕纹

本研究主要观察了种皮的次级雕纹，并采用了 Barthlott (1984)[1] 的术语，次级雕纹即指外层细胞壁表面的细微雕纹。据观察，罂粟属种皮细胞的次级雕纹主要为条纹或光滑，且海罂粟属主要为小瘤状凸起。

在观察的 6 种罂粟属植物中，刺果罂粟组(Sect. *Argemonidium*)的黑环罂粟(*Papaver pavoninum* Schrenk)种皮雕纹非常特殊。黑环罂粟是刺果罂粟组在我国分布的唯一一个种。它的种脐处有鞭状毛和半圆球形凸起(图版 Ⅰ:1,2)，以此与虞美人组(Sect. *Rhoeadium*)和高山罂粟组(Sect. *Meconella*)相区别。该种种皮次级雕纹为少数简单的条纹。

虞美人组的 2 个种，种皮次级雕纹也很特殊。虞美人(*Papaver rhoeas* L.)种皮细胞的次级雕纹为蜂窝状凹凸(图版 Ⅰ:5,6)，而烈氏罂粟(*Papaver dubium* subsp. *erosum* (Litv.) Kadreit)的种皮次级雕纹为起伏延伸的小山丘状凸起(图版 Ⅰ:3, 4)，2 个种种皮细胞表面都不光滑。

高山罂粟组的 3 个种，种皮次级雕纹比较简单，为少数条纹或兼具个别小瘤状凸起。其中小罂粟(*Papaver tenellum* A. Tolm.)种皮细胞表面光滑，具少数条纹或偶具个别小瘤状凸起(图版 Ⅰ:7,8)。而橘黄罂粟(Papaver croceum *Ldb.*)和灰毛罂粟(*Papaver canescens* A. Tolm.)的种皮细胞表面均有密集排列的小片状体，前者无条纹(图版 Ⅱ:1, 2)，后者有少数条纹(图版 Ⅱ: 3,4)。

海罂粟属种皮细胞的次级雕纹为大量的小瘤状凸起，其中天山海罂粟(*Glaucium elegans* Fisch. et May.)的次级雕纹为在小瘤状凸起表面具许多水状波纹的复合式雕纹(图版 Ⅱ: 5,6,8)，而新疆海罂粟(*Glaucium squamigerum* Kar. et Kir.)为单一的不规则凸起。

三、讨 论

(1) 从观察结果中可以看出，在罂粟属和海罂粟属间、罂粟属 3 个组之间、以及 8 个种之间，种皮微雕纹都有差异。因此种皮微雕纹可以作为分属、分组和分种的一项依据。罂粟属和海罂粟属均有其特征性的种皮微雕纹，即罂粟属主要为条纹或光滑，海罂粟属为小瘤状凸起。该结论是否正确，还有待于去观察更多的种来验证。由于种子及种皮雕纹在形态上是比较稳定的，因此作者推测这一性状或许能作为这两个属，尤其是罂粟属的一个

重要分类特征。特别需要指出的是，在罂粟属高山罂粟组(Sect. *Meconella*)中，由于本组各种间及种内变异都很大，分类依据多为可塑性较大的性状，如花的颜色，果实的形态，果实上毛的类型及植株上毛的多少、类型等等，分类上一直较为混乱，能否利用种皮雕纹来解决本组分类上的问题，还值得深入研究。

(2) 根据海罂粟属果实为长条形蒴果，心皮少(2个)等特征，Hutchinson 认为应把它放在白屈菜族内。但由于该属的柱头与胎座对生，所以 Fedde 认为应将它置于柱头与胎座对生的罂粟族内，和罂粟属、绿绒蒿属等划分在一起。从种皮次级雕纹上看，罂粟属和海罂粟属两属差异较大。结合植化成分等其他证据，作者支持将海罂粟属放置到白屈菜族中。同时根据其果实细长、呈圆筒形、叶羽状深裂等特征，认为它可以和白屈菜属、秃疮花属、荷青花属、金罂粟属等构成一个亚族(subtribe)。

(3) 根据 C.Clark[2]等的观察，花菱草属的种皮雕纹主要为各式乳头状小凸起(papille)。C.Clark 认为花菱草属种皮雕纹非常复杂，具有高度的结构多样性，但罂粟属种皮却非常一致。从本实验观察结果来看，罂粟属种皮的雕纹的确比花菱草属的雕纹相对简单一致一些，但在更细微的一些结构上，罂粟属的种皮雕纹也有一定的多样性。

(4) 单纯从种皮雕纹上还不能判断出花菱草属、罂粟属及海罂粟属三者之间的系统进化关系。这三个属的种子都很小，很轻，通过风媒传播其种子。而本科的白屈菜属等其他 8 个属(Corner, 1976)[3]种子具有肉质假种皮。可能通过假种皮来吸引蚂蚁等动物为其传播种子。

参 考 文 献

[1] Barthlott, W., Microstructural Features of Seed Surfaces, in Current Concept in Plant Taxonomy, ed. by V.H. Heywood and D.M.Moore, Academic Press. 1984.

[2] Clark,C. and J.A. Jernstedt, Systematics Studies of Eschscholzia (Papaveraceae) I. Seed Coat Microsculpturing. Systematic Botany, 1978(4):386—402.

[3] Corner, E.J.H., The seeds of Dictyledons. Vol.1, pp. 212-215. Vol.2, 1978. pp. 379—383. Cambridge University Press, 1976.

[4] Gunn, C.R., Seed and Fruits of Papaveraceae and Fumariaceae. Seed Sci. & Technol. 1980, 8: 3—58.

[5] Swarbrick, J. T., and Raymond, J.C., The Identification of the Seeds of the British Papaveraceae. Ann. Bot. 1970, 34:1115—1122.

第三编 植物生理学

优质新疆葡萄采后生理学研究*

努尔尼莎 史杏明 王慧 文茜姆

摘　要

通过对无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄在贮藏期间的呼吸速率、乙烯释放速率、糖、有机酸、可溶性固形物和维生素C含量以及细胞透性变化规律的研究表明，葡萄在贮藏期间的呼吸作用和乙烯释放呈逐渐下降的趋势，呼吸和乙烯的变化是平行的，葡萄没有呼吸高峰和乙烯释放峰；葡萄在贮藏期间的总糖、可溶性固形物、有机酸和维生素C含量随着贮藏期的延长而逐渐降低，细胞透性随着贮藏期的延长而逐渐上升。实验证明，采用SO_2气体熏蒸处理的葡萄残硫含量(低于国家标准)贮藏28.1吨的葡萄，贮藏4个月，好果率达93%，对照仅为77%。贮藏效果较显著，适合于大规模的工业化或商业性贮藏。此外，采用了不同的防腐剂结合不同包装进行了葡萄保鲜试验。通过3年的研究，筛选出以木箱包装在塑料大帐内用SO_2气体处理和亚硫酸盐处理配合保鲜袋包装两种保鲜效果显著的贮藏工艺，其中第一套工艺更具有简便易行，成本低且适合商业性贮藏的优点，有较大的实用价值。

新疆是我国主要葡萄产区之一，也是我国最先栽培，最先加工酿造葡萄酒的地区，目前，新疆有葡萄品种近360个，其中主栽品种50多个，栽培面积达4万公顷，产量约40万吨，居全国葡萄总栽培面积和产量的首位。

近年来，随着农村经济政策的不断改革和深入，农民种植葡萄的积极性越来越高。但由于受地理和气候条件的限制，使葡萄的外销受到很大影响。另外，葡萄的成熟期比较集中，在新疆市场供应的时间也很短，使新疆的特产优势不能转化为经济优势。葡萄作为一种营养价值丰富的浆果，由于其本身的不耐藏性，在世界范围内对其保鲜研究的重视程度远低于其他水果。在国外，特别是意大利、法国、美国、日本和苏联等国，主要通过葡萄保护地栽培及培育极早熟品种来解决葡萄的周年供应问题，而葡萄贮藏保鲜只是作为早春提供葡萄的一种辅助手段[1]。在国内，目前葡萄保鲜研究工作也正处于起步阶段，"优质新疆葡萄保鲜技术及采后生理学研究"正是在这一起步阶段中展开的。此项研究是中国科学院"七五"重大研究项目"中国名特优水果保鲜技术及采后生理学研究"的子项课题，计划执行期限是1987—1990年，主要技术指标是：优质新疆葡萄贮藏3—4个月，好果率达到75—70%。

本文是优质新疆葡萄保鲜技术及采后生理学子课题研究的成果之一，现报道如下。

* 文中插图由常青同志绘制，特表谢意

一、材料与方法

1. 材料来源及处理方法

3年来我们主要对新疆地产优质无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄进行了研究。无核白和喀什哈尔购自吐鲁番及乌鲁木齐市近郊，木纳格葡萄购自库车地区。其中对乌鲁木齐近郊的部分无核白和喀什哈尔葡萄在采收前45天分别以NNA(20ppm)、NNA(100ppm)+6-BA(100ppm)进行了处理。葡萄在产地采摘并经严格挑选后装入小板条箱(4公斤左右)和塑料箱(8.5公斤左右)用卡车运回，入冷库进行贮藏试验。葡萄入库后，立即用硫磺以每立方米贮藏室1克的剂量进行熏蒸处理30分钟，10天后以每立方米50克的剂量进行处理，以后每隔10—15天处理1次，用药剂量随之递减。

2. 实验方法

呼吸速率的测定：采用滴定法，在6升左右的真空干燥器内放入葡萄1公斤左右，以0.2NNaOH作为CO_2吸收剂，在贮藏条件下放置5小时后以草酸滴定之。

乙烯释放速率的测定：乙烯释放速率的测定与呼吸速率的测定同时进行，抽取干燥器内气体，在气相色谱仪上进行测定。

总糖含量测定：采用裴林试剂法。

可溶性固形物测定：采用手持测糖仪进行测定。

有机酸含量测定：采用酸碱滴定法。

维生素C含量测定：采用2，4-二硝基苯肼法。

膜透性：采用电导率法进行测定。

以上实验每隔10天左右进行1次，每次做3个重复。

二、研究结果

1. 葡萄在贮藏期间的呼吸变化

无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄在贮藏90天内的呼吸变化特性见图1—3。图1—3表明，3个品种的葡萄在贮藏期间的呼吸变化规律基本上是一致的。在贮藏期前60天内，呼吸作用呈缓慢降低的趋势，或保持相对稳定状态，60天后略有升高，没有出现呼吸跃变峰。

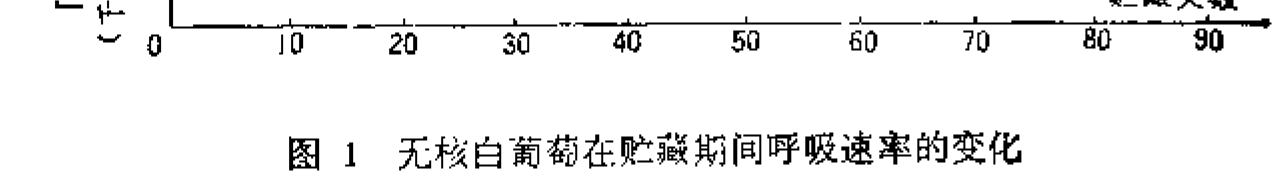


图 1　无核白葡萄在贮藏期间呼吸速率的变化

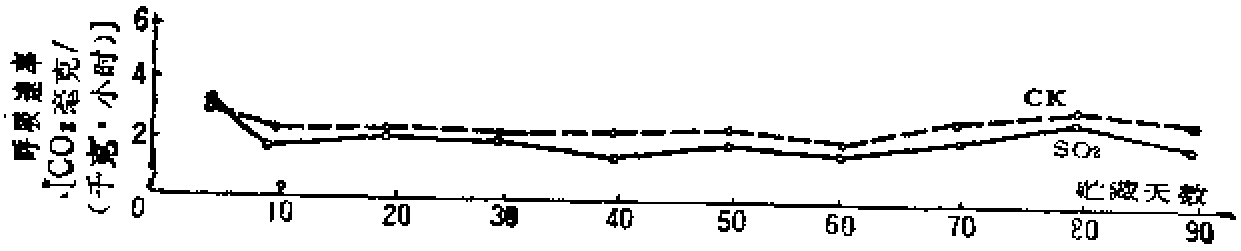


图 2　喀什哈尔葡萄贮藏期间呼吸速率的变化

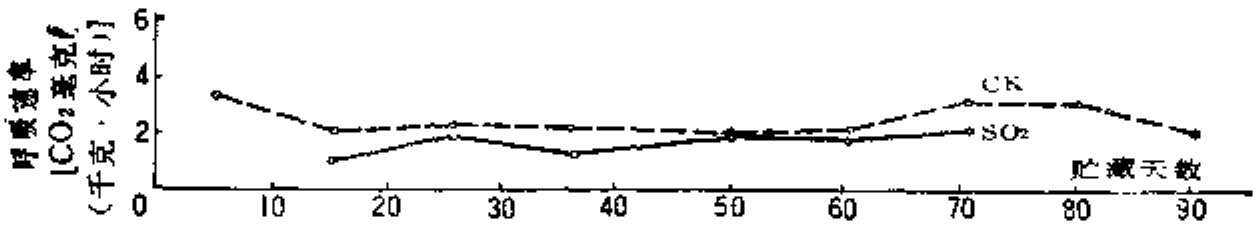


图 3　木纳格葡萄贮藏期间呼吸速率的变化

从图 1—3 中可以看出，采前用 NNA 和采后用二氧化硫处理的 3 种葡萄，在贮藏过程中的呼吸速率均低于对照。这一差别在贮藏后期尤为明显。这说明，SO_2 处理对抑制葡萄的呼吸作用有比较明显的效果。

从图 1—3 的比较中还可以看出，无核白葡萄在贮藏时期的呼吸作用，无论对照还是处理都明显高于喀什哈尔和木纳格两个品种。

2. 葡萄在贮藏期间的乙烯释放规律

图 4—6 是无核白、喀什哈尔和木纳格葡萄在贮藏期间的乙烯释放情况。

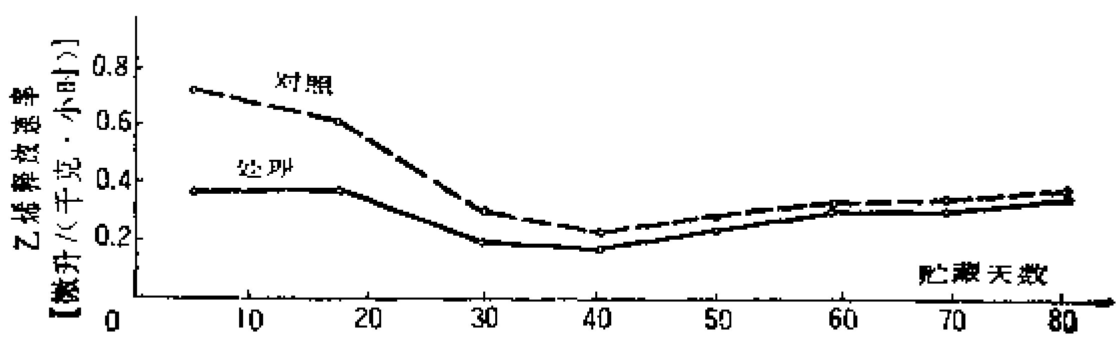


图 4　无核白葡萄贮藏期间乙烯释放速率的变化

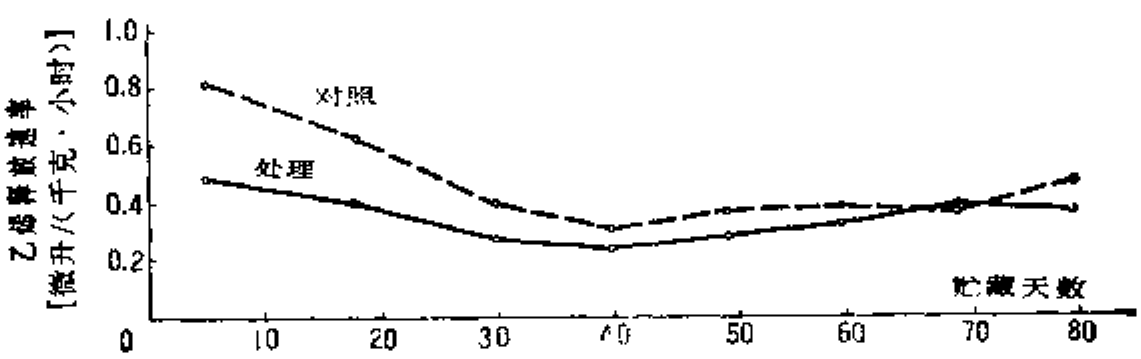


图 5　喀什哈尔葡萄贮藏期间乙烯释放速率的变化

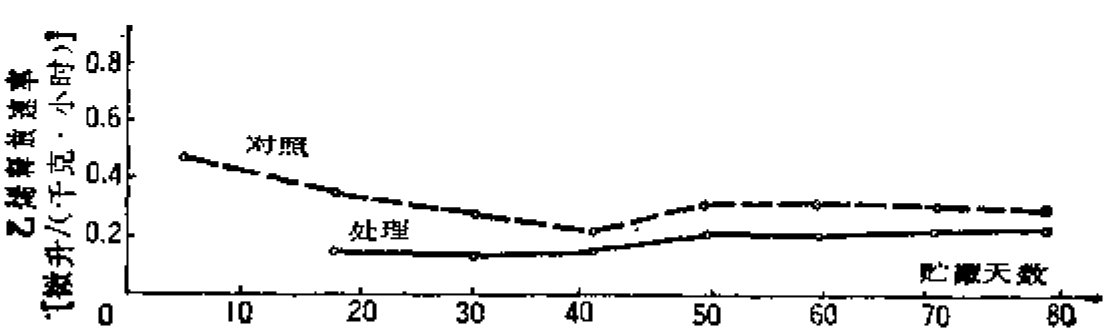


图 6　木纳格葡萄贮藏期间乙烯释放速率的变化

表 1　葡萄在贮藏期间糖、有机酸、

贮藏天数 \ 处理 / 品种 / 项目	对							照				
	无核白				喀什哈尔				木纳格			
	总糖（%）	可溶性固形物（%）	有机酸（%）	维生素C（毫克/100克）	总糖（%）	可溶性固形物（%）	有机酸（%）	维生素C（毫克/100克）	总糖（%）	可溶性固形物（%）	有机酸（%）	维生素C（毫克/100克）
2	22.59	23.40	0.74	3.65	13.53	11.50	0.74		14.15	16.60	0.95	2.12
15	20.52	23.20	0.69	4.36	15.56	18.00	0.71	4.12	15.37	16.20	0.92	2.12
30	27.25	18.90	0.65	4.01	13.26	15.00	0.56	3.88	15.39	17.00	0.65	1.92
40	20.61	22.00	0.59	3.14	13.01	15.20	0.49	2.33	15.30	16.66	0.63	1.33
50	18.57	21.00		2.00	16.65	10.50		1.15	13.81	15.20		0.50
57			0.50				0.47				0.62	
60	16.37	18.00		1.95	14.18	15.10		1.00	13.23	16.00		0.33
66			0.53				0.48				0.55	
70	19.52	21.00	0.47	1.90	15.92	17.20	0.46	2.25	15.31	17.10	0.47	0.47
85	13.36	20.00	0.38		15.55	17.00	0.46				0.50	
94	21.04	22.20			14.93	15.0						

从图中可以看出，葡萄在贮藏过程中的乙烯释放规律与呼吸作用的变化是一致的。葡萄入库后，由于温度的变化和 SO_2 气体的生理效应，使葡萄释放乙烯的速率迅速下降。到贮藏 40 天后，乙烯释放速率略有升高，此后一直保持比较稳定状态。在整个贮藏过程中没有出现乙烯释放峰。

从图 4—6 中还可看出，经 SO_2 处理的葡萄，其乙烯释放速率均明显低于对照，这一结果表明，SO_2 处理对抑制葡萄的乙烯释放具有非常显著的作用。

3. 葡萄在贮藏期间的品质变化

对无核白、喀什哈尔和木纳格 3 个品种的葡萄在贮藏期间糖、可溶性固形物、有机酸和维生素丙含量变化规律的研究结果如表 1 所示。

从表 1 可见，总糖和可溶性固形物含量在贮藏后期，由于果实失水，果汁浓缩，总糖和可溶性固形物含量出现了升高现象。

从表 1 还可看出，无核白葡萄的总糖和可溶性固形物含量，无论对照还是处理，均明显高于喀什哈尔和木纳格两个品种葡萄的总糖和可溶性固形物含量水平。

有机酸和维生素丙含量在贮藏期间一直表现下降的趋势。贮藏 3 个月后，无核白处理的有机酸含量从贮藏初期的 0.84%下降到 0.67%，损失 20.24%，而对照从 0.74%下降到 0.38%，损失 48.65%，损失率是处理的 2.40 倍。木纳格处理的有机酸含量从贮藏初期的 0.95%下降到 0.72%，损失 24.21%。对照从 0.95%下降到 0.50%，损失 47.37%，损失率是处理的 1.96 倍。

可溶性固形物和维生素 C 含量的变化

处理(SO_2)											
无核白(NAA)				喀什哈尔(NAA)				木纳格			
总糖(%)	可溶性固形物(%)	有机酸(%)	维生素C(毫克/100克)	总糖(%)	可溶性固形物(%)	有机酸(%)	维生素C(毫克/100克)	总糖(%)	可溶性固形物(%)	有机酸(%)	维生素C(毫克/100克)
18.86	20.00	0.84		12.74	14.20	0.78		12.35	16.00	0.95	2.12
16.14	18.00	0.74	5.00	14.34	17.00	0.72	2.90	11.14	12.80		
20.75	22.90	0.69	4.54	16.10	18.80	0.57	2.37			0.78	1.67
16.57	17.20	0.69	3.00	18.06	19.20	0.53	1.67	11.53	13.80	0.76	1.25
16.1	18.00		2.45	12.21	14.50		1.44	12.52	14.00		0.67
		0.69				0.54				0.75	
18.32	19.00		2.34	12.83	14.00		1.34	13.40	16.00		0.50
		0.69				0.53				0.74	
15.45	17.80	0.67	2.14	14.98	16.40	0.50	0.77	1.81	19.00	0.71	0.32
19.77	21.40	0.67		14.37	16.40	0.47				0.72	
17.30	18.00			14.08	15.20						

贮藏 3 个月后，无核白处理的维生素丙含量从初期的 5.00 毫克(每 100 克鲜重)下降到 2.17 毫克，损失 56.60%，对照从 4.36 毫克下降到 1.38 毫克，损失 68.36%，损失率是处理的 1.21 倍。喀什哈尔葡萄在贮藏 2 个月后，维生素丙含量，处理从 2.90 毫克下降到 1.34 毫克，损失 53.79%，对照从 4.12 毫克下降到 1.00 毫克，损失 75.73%，损失率是处理的 1.41 倍。贮藏 2 个月后，木纳格处理的维生素丙含量从 2.12 毫克下降到 0.50 毫克，损失率 76.42%，对照从 2.12 毫克下降到 0.33 毫克，损失 84.43%，损失率是处理的 1.10 倍。由此可见，经过 SO_2 处理的葡萄，其有机酸和维生素丙含量的损失率(尤其是有机酸含量的损失率)明显低于对照。说明 SO_2 对保持葡萄的风味和品质有比较显著的作用。

从表 1 还可以看出，采前经过 NAA 处理的无核白和喀什哈尔葡萄的总糖和可溶性固形物含量明显低于对照。我们认为这可能是由于经过 NAA 处理后延缓了果实的成熟，造成了在同一采收期采收经过不同处理的同一品种葡萄在上述物质含量上的差异。因为葡萄中的糖含量通常是随着它们在母株上的生长时间的延长而不断提高的[2]。

经过 NAA 处理的喀什哈尔葡萄的维生素 C 含量明显低于对照，而无核白相差不十分明显。这可能与无核白葡萄的早熟品种特性有关。因为在果实成熟的最后阶段，维生素 C 水平有一个升高的趋势[2,3]。而无核白是一个早熟品种，在乌鲁木齐地区成熟期为 8 月底至 9 月上旬。当我们于 9 月下旬采摘时，虽因NAA 的生理效应延缓了其成熟期，但采收期的相应推迟已足以使其成熟度达到了维生素C 后期升高所要求的水平。

4．葡萄在贮藏期间细胞透性的变化

细胞膜是控制细胞内外物质交换的门户，细胞膜结构和功能的正常与否在一定程度上反映了细胞结构和功能的完善性。因此，在贮藏期间葡萄果实细胞膜差别透性的变化也就反映了葡萄果实衰老或受伤害的情况。

表2是我们对无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄在贮藏95天期间电导率变化的研究结果。

表2　无核白、喀什哈尔和木纳格葡萄在贮藏期间电导率的变化　　（单位：微西/厘米）

品种＼处理 贮藏天数	对照			处理（SO_2）		
	无核白	喀什哈尔	木纳格	无核白（NAA）	喀什哈尔（NAA）	木纳格
2	735	603	638	710	85	638
15	1 417	1 200		1 250	100	
30	1 500	1 425	1 250	1 595	1 527	1 670
40	1 387	150	1 427	1 707	1 707	1 410
50	1 433	1 522	1 357	1 530	1 500	1 170
60	1 500	100	1 293	1 633	1 500	1 460
70	1 493	1 665	1 470	1 473	1 603	1 397
80	1 410	1 230	1 280	1 595	1 420	1 230
95	1 830	1 250	1 450	1 625	1 450	1 400

从表2可以看出，无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄在贮藏期间电导率的变化规律是一致的。即随着贮藏时间的不断延长，电导率表现逐渐上升的趋势。贮藏95天后，无核白处理的电导率从贮藏初期的710微西/厘米上升到1 625微西/厘米，电导率（或膜透性）是初期的2.29倍，对照从735微西/厘米上升到1 830微西/厘米，是初期的2.49倍。喀什哈尔处理从685微西/厘米上升到1 450微西/厘米，电导率是初期的2.12倍，对照从603微西/厘米上升到1 400微西/厘米，电导率是初期的2.52倍。木纳格处理从630微西/厘米上升到1 400微西/厘米，是初期的2.19倍，对照从638微西/厘米上升到1 450微西/厘米，是初期的2.27倍。

从表2及以上数据的分析中可以看出，无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄在贮藏期间的电导率变化并不十分明显，对照和处理之间的差异也不十分显著。不同品种之间电导率的变化基本上处于同一水平。这一结果表明，我们在进行保鲜试验中所使用的 SO_2 剂量是合适的，没有对葡萄果实的细胞膜造成伤害。

表2中葡萄在入库的当天和贮藏15天所测的电导率数值变化比较大，这可能与温差的剧烈变化有关。

5. 10个品种葡萄中单宁含量的分析

单宁是果实中普遍存在的一种物质，对果实的风味起着重要的作用。我们在实践中发现，涩味比较重(单宁含量高)的葡萄，一般比涩味轻(或无涩味)的葡萄品种较耐贮藏。因此，为了配合耐藏品种葡萄的筛选试验，我们于1989年对10个品种葡萄中的单宁含量进行了测定，结果如表3。

表3 葡萄中单宁含量分析

品种	单宁含量(%)
无核白	0.0125
和田红	0.0167
龙眼	0.0310
喀什哈尔	0.0250
吐鲁番红	0.0250
玫瑰香	0.0310
木纳格	0.040
卡拉斯玫瑰	0.0625
沙力皮	0.0625
秋马奶	0.0667

从表3可见，无核白葡萄中单宁含量最低(0.0125%)，木纳格等几个品种中单宁含量比较高，木纳格单宁含量是无核白的3.2倍，是喀什哈尔的1.6倍，其排序为木纳格>喀什哈尔>无核白。这一结果与经验是相符的。因此我们初步认为，葡萄中单宁含量的高低可以作为葡萄耐藏与否的一个指标。

三、总　　结

通过对无核白、喀什哈尔和木纳格3个品种的葡萄在贮藏期间的呼吸速率、乙烯释放率、糖、有机酸、可溶性固形物和维生素C含量以及细胞透性变化规律的研究结果表明，葡萄在贮藏期间的呼吸作用和乙烯释放呈逐渐下降的趋势，呼吸和乙烯的变化是平行的，葡萄没有呼吸高峰和乙烯释放峰，属于非跃变型果实。

葡萄在贮藏期间的总糖、可溶性固形物、有机酸和维生素丙含量随着贮藏期的延长而逐渐降低，细胞透性随着贮藏期的延长而逐渐上升。

在葡萄贮藏期间用低剂量的SO_2作为保鲜防腐剂，能有效地抑制病菌的滋生，降低葡萄在贮藏过程中的生理变化水平，较好地保持葡萄原有的风味和品质，对葡萄保鲜是一种简便、经济、有效，且适合商业性贮藏的方法，可以进行推广应用。

通过3年的研究我们也发现了许多存在的问题，而这些问题的存在又直接影响了贮藏保鲜工作的质量。首先，新疆葡萄栽培管理措施不规范，盲目追求产量和面积，造成了

品种的严重退化，穗形和穗重很不均匀，很难对其进行分级。其次，新疆主栽葡萄几乎全是无色品种，而目前国际市场对有色、粒大和外形美观的葡萄需求量越来越大。因此，在保护本地葡萄资源的基础上，积极培育和引进优良、美观的深色葡萄品种是新疆葡萄跻身于国际市场的前提。第三，新疆葡萄成熟期比较集中，市场供应时间很短，因此要解决葡萄的长期供应问题，出路在于积极培育和引进早熟、极早熟和晚熟葡萄品种。第四，新疆交通运输比较落后，路况差，运输线长，而葡萄是一种十分娇嫩的浆果，经过长途运输后，大大地降低了其贮藏性且损耗严重。因此，要进行大规模的葡萄贮藏保鲜工作，必须在产地建立现代化的冷藏设备。第五，新疆葡萄保鲜研究正处于起步阶段，有许多工作需要进行，其中之一是葡萄采前和采后病理学研究。此项工作我们已有了一个良好的开端，希望今后能进行下去。另外，葡萄在贮藏期间和出库后的褐变现象比较严重，货架寿命很短，严重影响了保鲜葡萄的商品价值。我们认为，对保鲜葡萄褐变机理和如何防止褐变问题的研究，将是今后搞好葡萄保鲜研究工作的重点和关键。

参 考 文 献

[1] 杨克钦、萧永年，葡萄的贮藏与加工，商业部科技情报研究所辽宁站，1985。

[2] 梅特利茨基，Л.В(刘慕春等译)，水果和蔬菜的生物化学基础，科学出版社，1988。

[3] 王仲田等，甜瓜和西瓜的栽培与贮藏，新疆人民出版社，1985。

不同贮藏工艺对葡萄耐贮力的影响*

王　慧　史杏明　郭　哲　童　莉　文茜姆
张　力　王　亮　阿迪力　努尔尼莎

摘　　要

用 SO_2 熏蒸处理葡萄，可较明显地抑制葡萄的呼吸代谢速率，并有较好的抑菌效果。无核白葡萄、喀什哈尔葡萄和木纳格葡萄的贮藏好果率均比对照提高了12%以上；单靠气调不能控制葡萄的腐烂，6%以下浓度的 CO_2 不能控制霉菌的发展 但对葡萄亦不会造成伤害，葡萄对 CO_2 的敏感性较低；$K_2S_2O_5$ 和仲丁胺对葡萄的贮藏保鲜均有较明显的效果，尤以 A_3 聚乙烯塑料袋和PVA塑料袋的效果显著，比对照提高了1.5—5倍。相比之下，$K_2S_2O_5$ 的防腐保鲜效果优于仲丁胺，PVA袋的效果优于 A_3 袋；用森柏尔保鲜剂对葡萄涂膜，可达到较好的保鲜效果，以1.0%浓度的效果最佳，不仅提高了好果率，在保持葡萄外观上亦有较明显的作用。用森柏尔保鲜剂处理的葡萄在自然空气中贮藏比在密封的聚乙烯塑料袋中贮藏的效果好。

目前关于葡萄贮藏工艺的研究远远少于仁果类和柑桔类。这是由于在世界范围内，特别是在意大利、法国、美国、日本等国家，主要通过葡萄保护地栽培以及培育早熟品种的方法，已成功地解决了葡萄周年供应问题，所以，葡萄贮藏似乎只作为提供早春供应的一种辅助手段。现在看来，解决葡萄周年供应的方法目前有两种：一种是发展葡萄保护地栽培，这种方法成本很高，在消费水平尚低的国家，还不能在短期内推广使用；另一种方法是培育极早熟葡萄品种，使栽培葡萄早、中、晚熟品种按适当比例搭配，尽量拉长葡萄上市时间，并结合应用先进的贮藏方法。这条途径适合我国的国情。本文拟从我们3年的贮藏保鲜工作入手，对葡萄的几种贮藏方法与其贮藏寿命的关系作一介绍。

一、材料与方法

1988—1990年先后在中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库、吐鲁番瓜果实业公司冷库进行贮藏保鲜试验。供试材料为吐鲁番地区及乌鲁木齐近郊主要葡萄品种无核白、喀什哈尔和库车地区的木纳格。每年9月初至9月底采收，试验总量为28.10吨。

1. 贮藏方法

（1）SO_2 熏蒸法：试验分别在新疆生物土壤沙漠研究所冷库、吐鲁番瓜果实业公司冷库进行。前者冷库温度为1—3℃，湿度为75—80%；后者冷库温度为0℃，湿度为80—

*文中插图由常青同志绘制，特此致谢。

95%。葡萄入库后立即用冷库容积1.0%的硫磺进行首次熏蒸处理，保持和葡萄接触30分钟，再通过导入新鲜空气除去SO_2。7天后进行第二次处理，以后每隔10—15—20天处理一次，硫磺亦递减到0.25%。

(2) 硅窗气调法：试验在吐鲁番瓜果实业公司冷库进行。贮藏温度0℃，品种为无核白。7月下旬采收，用卡车运回冷库后马上进行预冷，在0℃环境下对预冷的葡萄进行挑选，装入木箱，每箱4公斤。装气调帐，每个帐子3箱，用绳子扎紧帐口。试验共设7组，每组2—3个重复，共41箱。其中1组为对照，放在自然空气中。6组处理，用不同面积的硅窗来控制气调帐内的CO_2浓度。硅窗面积分别为：400平方厘米、300平方厘米、267平方厘米、100平方厘米和面积为0平方厘米的全封闭气调帐。贮藏第12天开始用CO_2测定仪测定帐内的CO_2浓度。

(3) 焦亚硫酸盐防腐保鲜：试验分3种包装处理，每种处理均设1组对照，贮藏温度-1.5—3℃。

塑料箱包装：品种为无核白，每箱8.5公斤，以葡萄重量的0.3%放入$K_2S_2O_5$加硅胶的混合药包，共处理40箱340公斤，箱子4个一垛码起后用塑料大帐罩住。

PVA(聚乙烯醇)薄膜袋包装：每袋1.5公斤，以葡萄重量的0.3%放入$K_2S_2O_5$加硅胶的混合药包，封口贮藏。

A_3(聚乙烯)薄膜袋包装：每袋1.5公斤(处理方法同上)，封口贮藏。

(4) 仲丁胺防腐保鲜：试验分PVA塑料袋加仲丁胺和A_3塑料袋加仲丁胺2种处理，另一袋不加仲丁胺作为对照。每袋装1.5公斤，袋内放一张吸水性较好的硬纸片，扎口后用注射器以0.1毫升/公斤的剂量将仲丁胺注射到硬纸片上，在-1.5—3℃下贮藏。

(5) 森柏尔保鲜剂：供试品种为无核白、喀什哈尔、木纳格、玫瑰香。贮藏温度-1.5—3℃，相对湿度70—75%。森柏尔保鲜液的浓度为0.7%，1.0%，1.3%。以不用保鲜剂涂膜的作为对照，每种葡萄处理5公斤，3个重复，将供试葡萄分别放入不同浓度的保鲜剂里，浸泡1分钟，捞起，放到荫凉通风处凉干后再放到板条箱内和聚乙烯塑料袋内贮藏。

二、结果与讨论

1. SO_2熏蒸法

对无核白、喀什哈尔、木纳格3种葡萄进行SO_2熏蒸试验。结果表明，受熏蒸的葡萄，呼吸强度显然受到了抑制(图1)。贮藏5天时，处理组的葡萄呼吸强度为4.40[CO_2

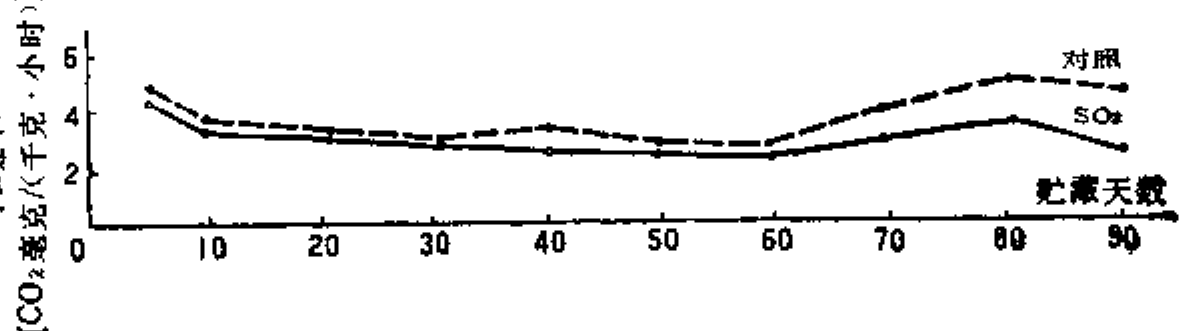


图1 无核白葡萄贮藏期间呼吸速率的变化

毫克/(千克·小时)],对照为4.80;贮藏40天时处理组的呼吸强度为2.60,对照组为3.20;80天时处理组的为3.60,对照为5.00;90天时处理的为2.60,对照为3.00。在整个贮藏期间,处理组与对照组的呼吸曲线变化规律是相仿的,但经处理的葡萄呼吸强度一直处于较低水准,说明SO_2对抑制葡萄的呼吸代谢有比较显著的作用。这个结果与A.J.文克勒"SO_2对葡萄的呼吸有抑制作用"[1]的结果是相符的。随着果实呼吸强度的降低,一系列的生理代谢活动亦相应的受到了抑制,象有机酸、维生素C、糖、组织渗透性的变化梯度均小于对照组,这对延缓果实的衰老是有利的。另外,葡萄表皮通常附有许多病原菌,用SO_2熏蒸处理,有较明显的抑杀效果,并能消除在包装运输时给果实造成的轻微伤害。贮藏3个月的结果(见表1):在新疆生物土壤沙漠研究所冷库,贮藏数量2.26吨,1.13吨为SO_2处理,其中无核白0.70吨,好果率89.93%;喀什哈尔0.23吨,好果率89.97%、木纳格0.20吨,好果率87.31%。1.13吨为对照,3个品种的好果率分别为79.82%,79.83%,73.44%。处理与对照的无核白果实表皮均有不同程度的褐变现象。吐鲁番瓜果实业公司冷库贮藏11.70吨,好果率为93.43%,葡萄外观较好,果粒饱满、光亮、硬度好,果梗亦比较新鲜。3个月后,测得果实内SO_2残留量为:无核白6.40ppm,喀什哈尔6.10ppm,木纳格8.70ppm,均未超过国家规定20ppm的标准。用此法贮藏葡萄,效果是比较显著的,且方法简单易行,成本低,适合于大规模的工业化或商业性贮藏。

表1 SO_2熏蒸处理葡萄的好果率

冷库	温度(℃)	相对湿度(%)	品种	贮藏数量(吨)	贮藏时间(天)	好果率(%)
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库	1—3	75—80	无核白	0.70	90	89.93
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库	1—3	75—80	无核白对照	0.70	90	79.82
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库	1—3	75—80	喀什哈尔	0.23	90	89.97
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库	1—3	75—80	喀什哈尔对照	0.23	90	79.83
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库	1—3	75—80	木纳格	0.20	90	87.31
中国科学院新疆生物土壤沙漠研究所冷库	1—3	75—80	木纳格对照	0.20	90	73.44
吐鲁番瓜果实业公司冷库	0	80—95	木纳格	11.70	90	93.43

2. 硅窗气调法

在对葡萄进行低温加气调贮藏的问题上,各国研究者们所得结果不尽一致。美国的Nelson曾断言,对于葡萄的商业性贮藏来说,气调贮藏并不是很有前途的,因为在CO_2低于15%时,贮藏葡萄的腐烂率高于用SO_2熏蒸的葡萄,而当CO_2达到15%能控制腐烂时,葡萄果粒又开始发生褐变[1,2,4]。Harvey等亦指出,单靠气调是不能控制腐烂的[1,4]。但是近年来在苏联用气调法对葡萄进行贮藏的研究却很活跃。他们认为,气调贮藏的结果在很大程度上取决于正确选择最佳混合气体的组成,并且认为,每一个品种的果实都应该有一组最适的气体环境作为最佳气调贮藏的条件。我们在前人这些工作的基础上对新疆的无核白葡萄进行了硅窗气调贮藏试验,在贮藏的第12天开始测定帐内的CO_2浓度。

测得结果表明(见表2)，帐内的 CO_2 浓度随着硅窗面积的增大而降低，这与硅橡胶膜选择性渗透的功能是相符的。硅窗面积0平方厘米的帐内 CO_2 浓度为5.10%，200平方厘米的 CO_2 浓度为3.00%，400平方厘米的浓度为1.50%。连续测定4天，结果差异不十分明显。这是否因为贮藏时间比较短，且葡萄的呼吸强度又较低对气调帐内的气体环境影响不大而造成的呢？在相隔25天后进行第5次测定，结果与前几次相仿。这说明在贮藏第12天时，帐内的气体环境就已基本上稳定了。贮藏40天后，对照组的葡萄好果率为85%，但果穗严重干枯，落粒现象严重。6个处理组的果实，在整个贮藏期间仍然保持鲜新、致密、多汁，穗梗枯萎不明显，并仍呈绿色。但霉菌侵染比对照组严重，好果率只有70—75%。在6个处理组中，CO_2 浓度最高的是全封闭帐，为5%左右。试验结果表明，6%以下浓度的 CO_2 不能控制霉菌的发展；6%以下浓度的 CO_2 对葡萄不会造成伤害；葡萄对 CO_2 的敏感性较低。这个结果与美国 Harvey 的论点相似。设想在低温条件下用合理的气体组成加上定期的安全剂量的 SO_2 防腐的贮藏条件，可能有利于葡萄的贮藏保鲜。

表2 不同硅窗面积与气调帐内 CO_2 浓度的关系

编号	硅窗面积(平方厘米)	不同贮藏时间帐内 CO_2 浓度				
		12天	13天	14天	15天	40天
1	400	1.50	1.50	1.35	1.55	1.40
2	300	2.60	2.20	2.40	2.45	2.70
3	267	3.00	3.10	3.18	3.33	3.35
4	200	3.00	3.30	3.60	3.60	3.65
5	100	3.20	2.95	3.00	3.00	2.60
6	0	5.10	4.80	5.35	5.05	5.00

3. 焦亚硫酸盐防腐保鲜

用焦亚硫酸盐防腐保鲜，其实质仍然是用 SO_2 气体熏蒸葡萄。从试验结果来看，3种包装加 $K_2S_2O_5$ 处理的均比未加 $K_2S_2O_5$ 的抑菌效果要明显(见表3)。从表3中可以看出，塑料箱加 $K_2S_2O_5$ 处理的"无核白"贮藏70天后，好果率为83%，对照为79.82%，比对照提高了3.98%；PVA袋加 $K_2S_2O_5$ 处理的无核白和喀什哈尔，贮藏60天后，好果率分别为93%和86%，而对照为28%和59%，分别是对照的3.3倍和1.5倍；A_3 袋处理组的无核白、喀什哈尔、木纳格，贮藏60天后，好果率分别为96%，100%，96%，对照为13%，34%，18%，好果率提高非常明显。结果说明 $K_2S_2O_5$ 对霉菌有强烈的抑制作用，尤其是两种包装袋的效果更为显著。且 A_3 袋保湿性较好，不仅果实新鲜饱满，果梗亦比较新鲜挺拔。3种包装处理中，以好果率论，顺序为 A_3 袋> PVA袋>塑料箱。

4. 仲丁胺防腐保鲜

仲丁胺对病原菌的抑杀效果是明显的，贮藏60天后，两种包装加仲丁胺处理的3种葡萄好果率比对照提高了1.5—5.0倍(见表3)，尤以 A_3 袋效果显著。用 A_3 袋加仲丁胺处理的木纳格，好果率为90%，而对照只有18%，是对照的5倍，无核白的好果率是对照的4.6倍；用PVA袋加仲丁胺处理的无核白，好果率是对照的2.9倍，喀什哈尔的好果率是对照的1.5倍。相比之下，A_3 袋加仲丁胺的贮藏效果比对照要显著的多，但从好果率

来看，PVA 袋加仲丁胺的效果优于A_3袋加仲丁胺的效果。

表 3 不同包装加 $K_2S_2O_5$ 和仲丁胺处理葡萄的好果率

品 种	贮藏温度	包 装	贮藏数量（公斤）	贮藏时间（天）	$K_2S_2O_5$（%）	仲丁胺（%）	对 照（%）
无核白	−1.5—3℃	塑料箱	360	70	83		79.82
		PVA 袋	75	60	93	82	28
		A_3袋	105	60	96	61	13
喀什哈尔	−1.5—3℃	PVA 袋	75	60	36	91	59
		A_3袋	105	60	100	68	34
木纳格	−1.5—3℃	A_3袋	90	60	96	90	18

5. 森柏尔保鲜剂

经 3 种浓度森柏尔保鲜剂处理的无核白、喀什哈尔、木纳格、玫瑰香葡萄贮藏 90 天后，均有不同程度的失水现象，但果实的色泽、硬度及失水程度均比对照要好，以有色葡萄玫瑰香表现最好，无核白失水程度最重。用板条箱贮藏的葡萄好果率均在 90%以上（见表 4），而用聚乙烯塑料袋包装的无核白，其贮藏效果远远差于用板条箱包装的，腐烂率高达 40%，并且涂保鲜剂装袋的贮藏效果亦差于不涂膜装袋的效果。看来，用森柏尔保鲜剂涂膜的葡萄应该在自然空气中贮藏，而不宜在密封环境中贮藏。从贮藏结果来看，森柏尔保鲜剂对葡萄的贮藏保鲜有一定的效果。在 3 种处理浓度中，以 1.0% 的浓度效果最佳，不仅提高了好果率，在保持果实外观上亦有较明显的作用。

表 4 森柏尔保鲜剂涂膜保鲜的好果率（%）

品 种	贮藏时间（天）	板条箱涂膜	板 条 箱	聚乙烯塑料袋涂膜	聚乙烯塑料袋
无核白	90	91.30	88.20	65.00	75.00
喀什哈尔	90	92.50	90.10		
木纳格	90	94.50	8[illegible].10		
玫瑰香	90	98.50	92.10		

参 考 文 献

[1] 费道罗夫，M. A.（萧永年、杨克钦译），水果的工业化贮藏，商业部科技情报研究所辽宁站，1984。
[2] 胡贝特·贝尔（张鲁进译），水果蔬菜气调贮藏，中国财政经济出版社，1981。
[3] Л.В.梅特利茨基（刘寨仓译），水果和蔬菜的生物化学基础，科学出版社，1988。
[4] 杨克钦、萧永年，葡萄的贮藏与加工，商业部科技情报研究所辽宁站，1985。
[5] 刘家驹，新疆葡萄栽培及贮藏加工，新疆人民出版社 1987。

新疆库尔勒香梨的辐射保鲜研究*

努尔尼莎　文姆茜　郭　哲　童　莉

摘　　要

库尔勒香梨在贮藏过程中，易发生皱缩，变质腐烂。我们采用γ、β射线处理后，即辐照剂量γ射线在0.5—50万拉德范围内，β射线在2—70万拉德范围内，在相对湿度65—85%、温度0—10℃的贮藏条件下，能够贮藏8个月，与对照相比，贮藏期延长1.5个月至2个月。辐照处理后的香梨好果率均比对照高出13.6%。由于辐照处理能抑制香梨的呼吸强度，从而减少糖分的消耗，乙烯的释放量明显下降，过氧化氢酶、蔗糖转化酶、过氧化物酶略有减少，pH值降低，矿质元素含量没有发生变化。水果的硬度基本上与对照保持一致。通过检验，认为香梨的营养价值没有发生变化，更没有产生任何有毒物质，保持了原有的品质和风味。

库尔勒香梨产于新疆南部的库尔勒地区，栽培面积1.476万公顷，年产7万吨，是名闻遐迩的新疆特产水果。它具有皮薄、果肉脆甜、美味等特点。经贮藏后，完全着黄色，散发出扑鼻的特有香味，其品质可与国内任何最佳梨品种媲美。所以，深受国内外人们的喜爱。

库尔勒香梨在贮藏过程中，易于失水皱缩，变质腐烂。随着贮藏时间的延长，还发生黑心病，导致质量的降低。为了防止黑心病的发生，延长香梨的贮藏时间，我们从1983年起，开展了辐射处理香梨的贮藏保鲜研究工作。

香梨辐射剂量γ射线为0.5—50万拉德，β射线为2—70万拉德。在相对湿度65—85%，温度0—10℃的贮藏条件下，能够贮藏8个多月，和对照比贮藏期可延长一个半月到两个月。贮藏8个月γ射线处理的香梨保存率达94.2%，β射线为93.1%，对照仅为82.3%。辐照的梨发生黑心病率在3—5%，也比对照样品低。

从辐射处理香梨的生理、生化效应分析结果来看，由于辐射处理能抑制香梨的呼吸强度，从而减少了糖分的消耗，故含糖量比对照高。乙烯的释放量明显下降；过氧化氢酶、蔗糖转化酶、过氧化物酶略有减少；pH值降低或基本上与对照相同；矿质元素含量没有发生变化；维生素C的含量略有减少。水果的硬度基本上保持与对照一致。总之，香梨的营养价值没有变化，更没有产生任何有毒物质，保持了原有品质和风味。

一、实验材料与方法

库尔勒香梨每年9月初陆续成熟，从9月15日至9月底为采收期。采收时注意轻拿轻放，避免机械碰伤，而后小包装装入木箱或纸箱，运到乌鲁木齐进行贮藏实验。其产地

* 文中插图由常青同志绘制，特此致谢。

是新疆库尔勒县沙依东园艺场、新疆生产建设兵团28团场及和静东风园艺场。3年共贮藏19 150公斤。实验之前，为了减少误差，将运来的香梨再进行1次分选包装，这段时间共需7—10天，香梨失重2%左右(要避免香梨的过分失水)。电离辐射处理后，立刻将其入库，每种处理量为15—1 000公斤。

β射线以2兆电子伏特电子静电加速器为辐射源，γ射线为4万克镭当量 ^{60}Co 为辐射源。γ射线的剂量选定在0.5—50万拉德，β射线的剂量在2—70万拉德范围内对香梨进行辐照实验。实验得出γ射线最好的剂量在5—11万拉德，β射线在5—50万拉德范围内，贮藏库的温度控制在2—10℃，相对湿度在65—85%。对入库前的香梨，采用小包装、大包装和塑料袋等不同包装办法。入库前，分层上架，散装香梨用细砂衬垫，摆放4—5层。其中小包装和塑料袋装的香梨新鲜度保持良好。

香梨总糖量用蒽酮比色法测定，维生素C用2，4-二硝基苯肼比色法测定，pH值用酸度计测定，可溶性固形物用测糖仪测定，蔗糖转化酶用比色法测定，过氧化氢酶用过氧化氢分解量法测定，乙醇、乙醛、乙烯用气相色谱测定，呼吸强度用QGD-07型红外 CO_2 分析仪测定。

二、实验结果和分析

香梨经辐射处理入库贮藏后，在贮藏期间对香梨的保存率、失水率、腐烂率每两个月进行1次检查，生理、生化变化每个月进行1次分析。香梨辐射处理以后，提高了它的贮藏效果，好果率比对照高，硬度和风味品质变化不大，呼吸强度降低，乙烯的释放量减慢，乙醇、乙醛积累减少。乙烯可促进香梨的生理后熟，其含量的减少，对于延长果品贮藏期极为有利。

表1 不同射线对香梨贮藏效果的影响 (贮藏8个月)

射线类别	剂量(万拉德)	硬度(磅力1)/平方厘米)	自然损耗			好果率(%)	保存率(%)
			失水率(%)	腐烂率(%)	损耗率(%)		
γ射线	3	11.6	3.9	1.78	5.68	98.2	94.3
	5	11.2	4.2	1.19	5.09	98.8	94.9
	7	11.6	4.1	2.25	6.45	98.0	93.5
	11	11.3	4.1	1.85	5.95	98.2	94.0
	0	13.6	4.4	13.31	17.71	96.4	82.3
β射线	5	11.2	4.4	1.45	5.59	98.5	94.4
	7	11.3	4.6	2.50	7.10	97.5	93.0
	11	11.32	4.4	2.91	7.30	97.1	93.0
	50	12.2	4.8	2.86	7.66	97.14	92.3
	0	14.3	4.1	13.61	17.71	86.39	82.3

1) 1磅力=4.44822牛顿。

贮藏库装备了完善的通风设备，减少了果实内无氧呼吸，使乙醇积累量降低，抑制呼吸的结果，降低了糖的消耗，故处理比对照的含糖量要高。果实酸度基本上无变化，因而保持了香梨的原有风味。辐射可消耗维生素C，而维生素C的总含量变化不大，所消耗的只是还原态的维生素 C。过氧化氢酶、蔗糖转化酶、过氧化物酶的活性均略有降低。蔗糖转化酶活性的降低，延续了糖的转化过程。香梨经辐射处理后，延长了贮藏期，保持了香梨原有的风味和品质。

1. 不同辐照剂量对香梨贮藏效果的影响

我们进行了对香梨贮藏效果的影响的研究，其结果列如表 1 。

从表 1 中可以看出，香梨经 γ 和 β 射线处理后，其贮藏效果分别比对照提高 11.8% 和 10.9%，而γ射线处理的效果比β射线处理的好。

2. 不同照射剂量对香梨细胞透性的影响

射线对物质的辐射效应，结果表现为一定的电离作用，不同照射剂量给物质带来不同程度的损伤，正在辐射处理的香梨果皮能吸收部分或全部的射线能量，并产生游离基，然后再经过一系列短暂的分子反应过程，扩大辐射的作用，其结果在香梨果肉内部产生较复杂的生理、生化效应，从而影响香梨细胞膜的透性。我们的实验证明，香梨经γ、β 射线处理后，其细胞膜的透性都提高了，但各电离辐射的性质不同，它们所造成细胞膜透性的变化程度也有较大的差异。β 射线穿透能力较弱，所以，几乎影响不到果肉 1 厘米以下的部位，而γ射线能够穿透整个果肉，导致了入射粒子全路径周围的电离。

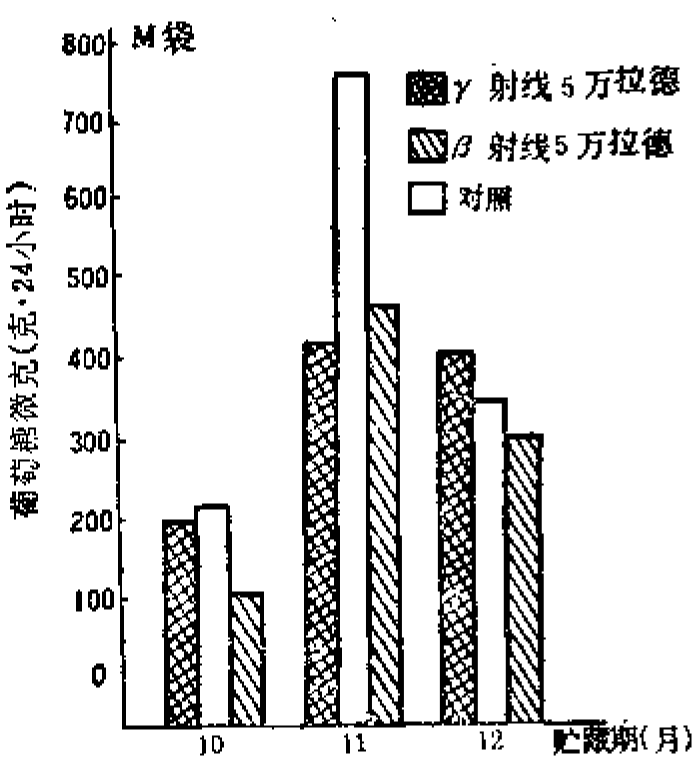


图 1　随辐射剂量增大香梨电导率上升曲线

从图 1 中可以看出，由于β射线的能量大部分被样品所吸收，形成比 γ 射线更大的电离密度，所以，在 β 射线 5 万拉德以上的辐射处理后，电导率很快上升，并远远超过了 γ 射线处理的变化。

3. 不同辐射剂量对香梨生理、生化影响

(1) 含糖量的影响。香梨含糖量的多少，直接关系到香梨的品质，因而我们进行了不

表 2　不同辐照剂量对梨品质的影响

各种处理射线	辐照剂量（万拉德）	可溶性固形物（%）	总糖（%）	pH 值	维生素 C的变化（毫克/100克）
β	5—70	12.69	9.99	5.54	3.87
γ	1—11	12.60	9.67	5.80	3.85
O	CK	12.57	9.66	5.91	4.37

同辐射剂量对香梨含糖量影响的研究，其结果如表2。

香梨经γ射线处理贮藏1个月后，可溶性固形物略有提高，虽然因呼吸强度增高，消耗糖量，但同时淀粉转化成糖，增加了糖量。γ射线处理的香梨可溶性固形物贮藏1个月后，可溶性固形物比对照有所降低，随后逐渐上升，至4个月时达到最大值，然后又逐渐下降，但是仍比对照样品高。

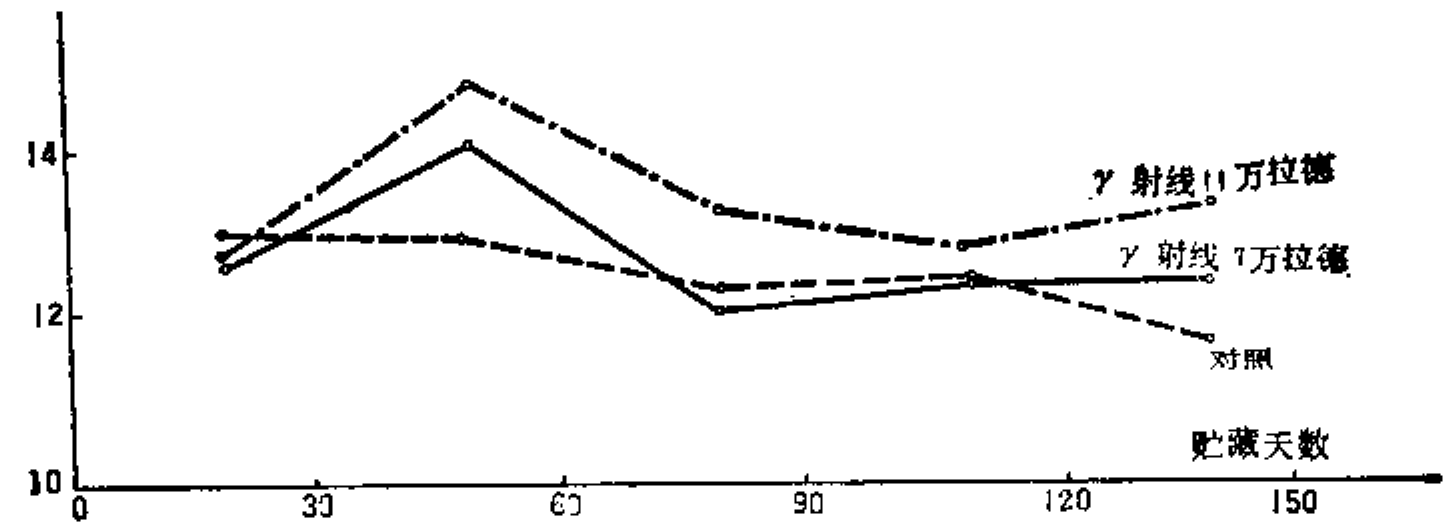


图 2 γ射线对香梨可溶性固形物的影响

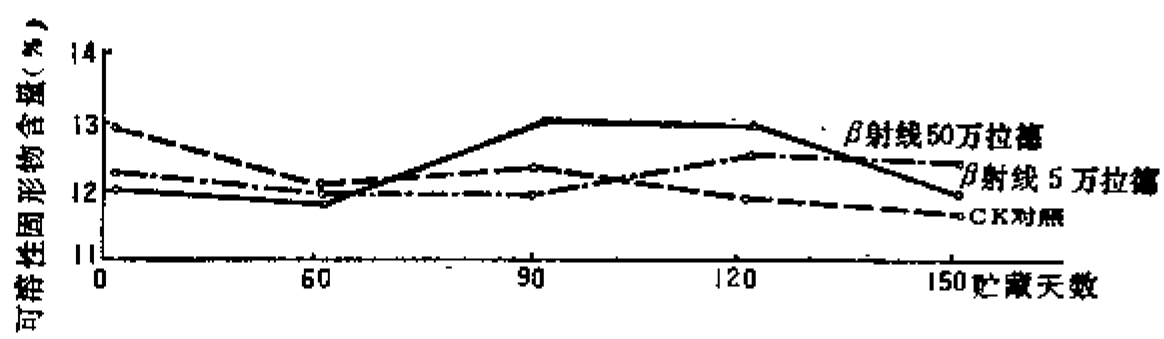


图 3 β射线对香梨可溶性固形物的影响

(2) 对pH值的影响。香梨经γ、β射线处理后，贮藏7个月中，pH值变化不大，各种处理pH值略低于对照。

表 3 不同辐照剂量对pH值变化的影响 (贮藏8个月)

γ射线辐照处理		β射线辐照处理	
辐照剂量(万拉德)	pH值的变化(平均)	辐照剂量(万拉德)	pH值的变化(平均值)
3	5.78	5	5.73
5	5.80	7	5.70
7	5.84	11	5.74
11	5.80	50	5.71
0	6.00	0	5.83

(3) 对维生素C的影响。库尔勒香梨含有丰富的维生素C，这是香梨成为优质水果的重要标志之一。香梨经γ、β射线处理后，维生素C的含量变化与对照基本相似，都是随

着贮藏时间的延长，维生素C的含量逐渐下降，其主要原因是香梨本身含有使维生素C氧化的抗坏血酸氧化酶，香梨皮薄，维生素C容易被氧化，因而在贮藏中逐渐被氧化而减少。其结果示于图4和图5。

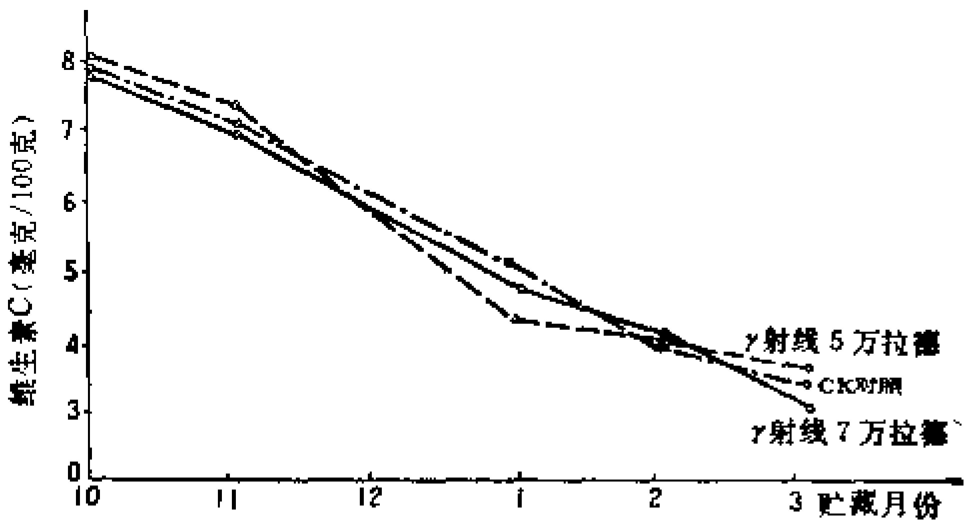


图 4 库尔勒香梨辐照期维生素C的变化

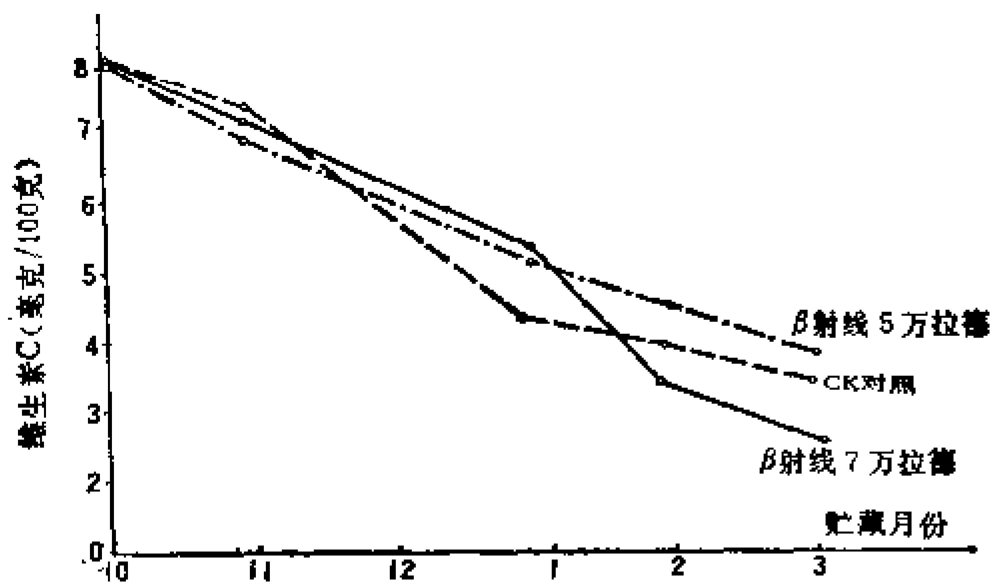


图 5 库尔勒香梨辐照期维生素C的变化

(4) 对呼吸强度和乙烯释放量的影响。呼吸是生命活动最重要的标志之一。采下的香梨，在贮藏过程中，仍在进行呼吸。香梨入库一个月后，呼吸强度急增，出现一个呼吸高峰。在12月至1月份，随着温度的降低，呼吸强度逐渐降低。3月份以后，又重新上升。香梨经γ、β射线处理后，其呼吸强度比对照低，推迟了呼吸高峰的出现，从而延缓了后熟过程。

随着香梨呼吸强度的增加，乙烯的释放量也增加了，结果导致了香梨的成熟。成熟后的香梨，颜色金黄，果皮变薄，细胞膜的透氧性增加，果体深部的氧化活动加强，反过来又增强了果实的呼吸强度(见图6，图7，图8)。

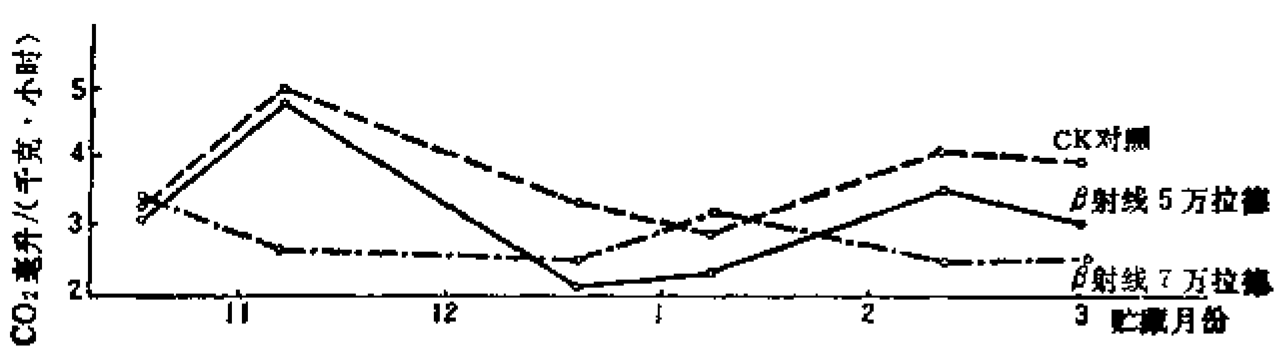


图 6 β射线对库尔勒香梨呼吸强度的影响

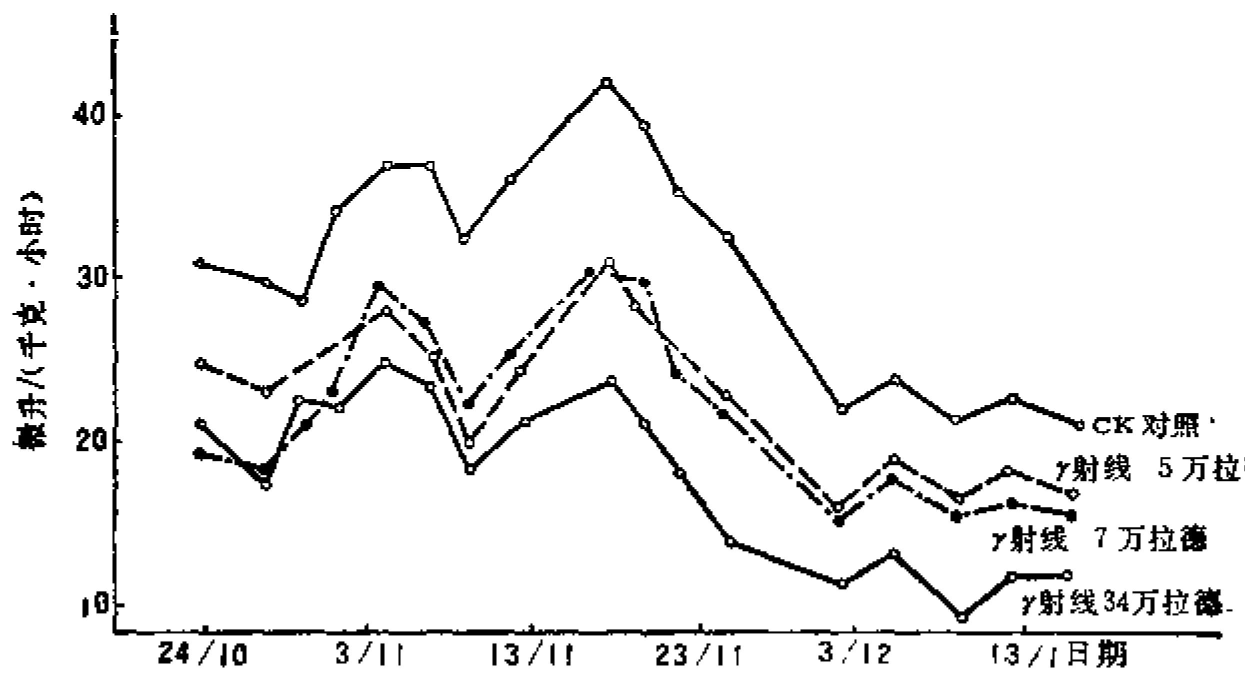


图 7 γ射线对库尔勒香梨释放乙烯的影响

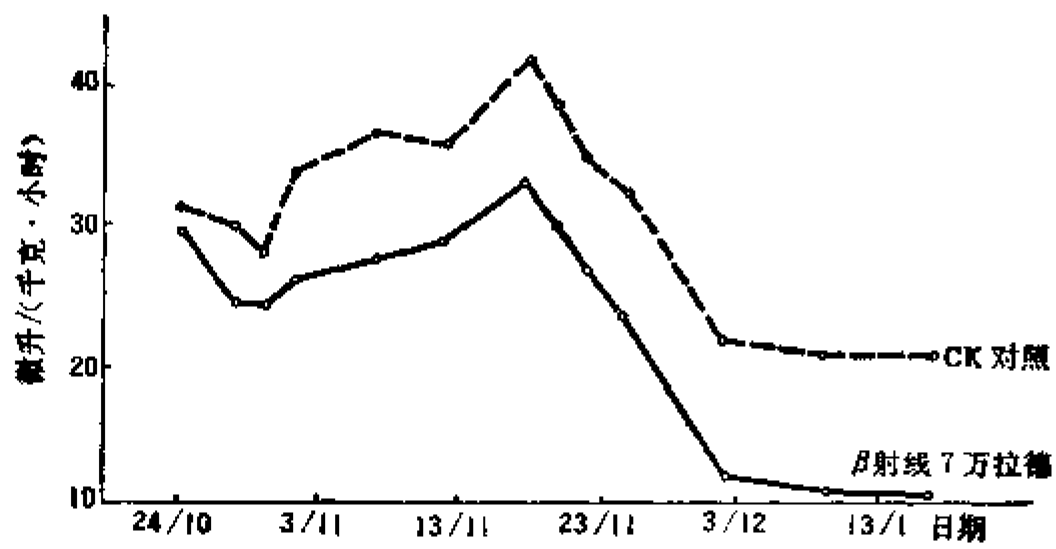


图8

图 8 β射线对库尔勒香梨释放乙烯的影响

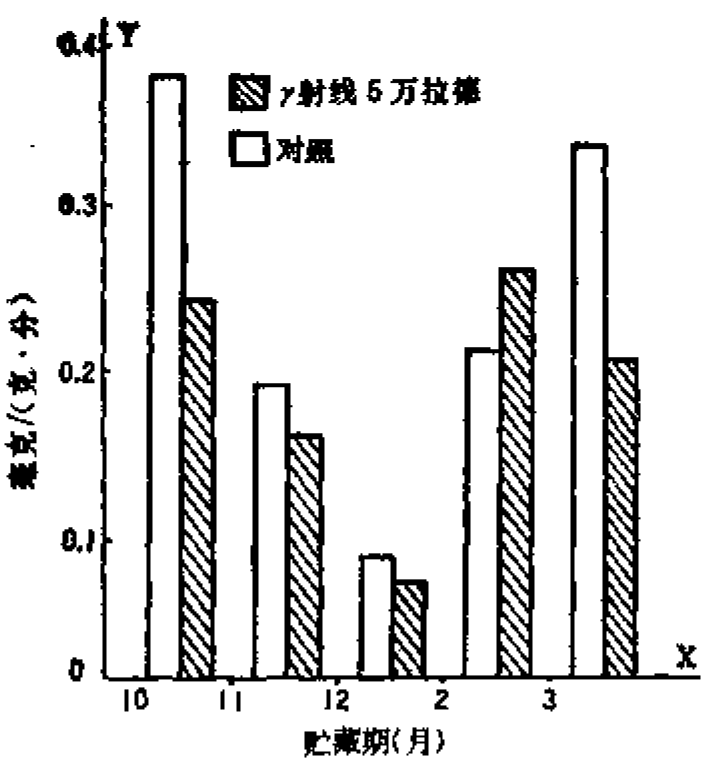


图 9 γ射线辐照处理香梨过氧化氢酶活性

日期：1984—1985年

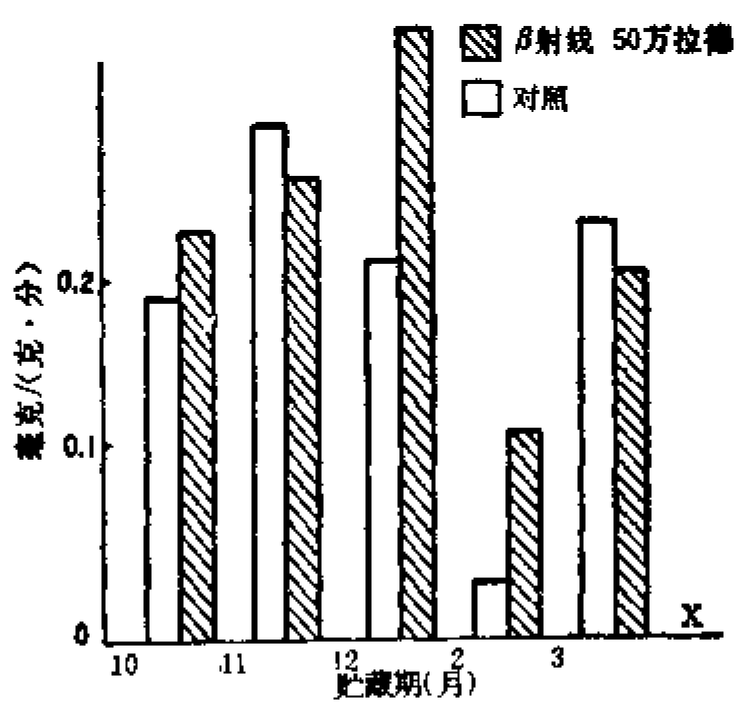


图 10 β射线辐照处理香梨贮藏期过氧化氢酶变化

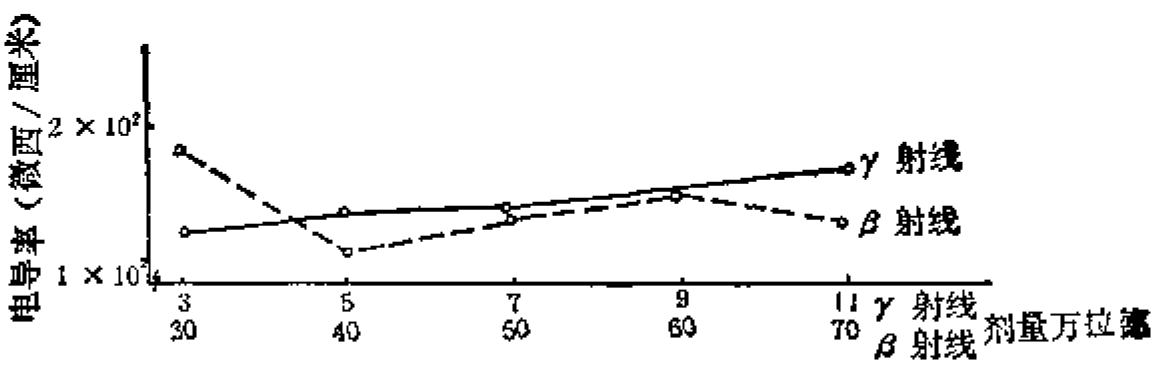


图 11　库尔勒香梨贮藏期蔗糖转化酶变化

（5）对部分酶活性的影响。随着贮藏过程的延续，香梨的呼吸强度和乙烯的释放量明显增加，酶的活性也随之增强。酶在细胞中的集聚，加快了香梨的后熟，缩短了水果的贮藏期。

在贮藏过程中，我们分析了过氧化氢酶、过氧化物酶、蔗糖转化酶的变化。其实验结果列于表4，表5。结果表明，辐射处理使酶的活性降低，其酶的活性始终低于对照。香

表 4　不同射线对香梨酶活性的影响　　（贮藏8个月）

辐射剂量	呼吸强度 [CO_2毫克/(千克·小时)]	过氧化物酶 $C_6H_8O_6$ (毫克/克干重)	过氧化氢酶 H_2O_2 [毫克/(克·分钟)]	蔗糖转化酶 $C_6H_{22}O_{24}$[微克/(克·24小时)]	总糖 (%)
0	5	0.012	0.24	272	9.17
γ射线 5 万拉德	4.7	0.011	0.19	261	9.27
β射线 5 万拉德	2.3	0.011	0.15	168	9.32

表 5　辐射对香梨蔗糖转化酶的影响　　[单位：葡萄糖微克/(克·24小时)]

分析日期	γ射线		β射线		对照
	剂量(万拉德)	蔗糖转化酶	剂量(万拉德)	蔗糖转化酶	CK
1985.10.23	5	264	5	168	
	11	208	11	184	272
	34	232	50	192	
1985.11.22.	5	480	5	530	810
	11	520	11	610	
	34	490	50	510	
1986.1.10.	5	470	5	370	
	11	700	11	420	405
	34	480	50	470	

梨经γ射线处理后，贮藏中期，过氧化氢酶活性略有升高，贮藏后期，有下降的趋势。这种生化变化虽然对香梨贮存不利，但香梨经γ、β射线辐射后，蔗糖转化酶和过氧化物酶活性低于对照，对香梨贮藏有利。

4. 塑料袋包装香梨贮藏效果的影响

香梨装入上海产PVA袋、兰州产M、C袋后，再经辐射处理。贮藏后，香梨保持新鲜度、硬度、果皮原有色泽等效果。

从表6可以看出，贮藏4个月后，经γ射线5万拉德处理香梨好果率达100%。

表6 上海PVA袋的贮藏效果

剂量（γ射线，万拉德）	贮藏时间（天）	数量（千克）	温度（℃）	失水率（%）	腐烂率（%）	好果率（%）	保存率（%）
3	120	12	2—10	3.19	0	100	96.81
5	120	16	2—10	0	0	100	100
7	120	12.5	2—10	0	2.5	97.6	97.5
0	120	30.51	2—10	1	3.3	96.6	95.7

表7 兰州产M、C袋的贮藏效果

剂量（γ射线，万拉德）	膜型	贮藏时间（天）	数量（千克）	温度（℃）	失水率（%）	腐烂率（%）	好果率（%）	保存率（%）
5	C	120	19.81	2—10	0	0	100	100
0	C	120	18.60	2—10	0	2.2	97.8	97.8
5	M	120	14.80	2—10	0	0	100	100
0	M	120	14.40	2—10	0	0.7	99.3	99.3

从表7看出，兰州产M、C袋装的香梨，经辐射后，贮藏4个月，好果率都达100%。贮藏8个月，根据我们实验结果看，虽然腐烂率增加，但贮藏效果仍比对照样品好。

通过实验得出，香梨采用塑料袋装，再进行电离辐射，效果明显比没有袋装的为好，它保持了原有的颜色、硬度和新鲜度。

三、结　　论

(1) 香梨经γ、β射线处理，贮藏效果不仅明显提高了，而且还抑制了生理、生化的变化，达到了延长贮藏的目的。根据实验得出，γ射线适宜的剂量为5—11万拉德，β射线为5—50万拉德。

(2) 实验结果表明，香梨经γ、β射线处理后，由于它起到了彻底消毒作用，使发霉和腐烂率均比对照少，γ射线比β射线效果突出。

(3) 辐射处理后的香梨，黑心病的发生率在3—5%，低于对照，延长了贮藏时间。

(4) 香梨装入PVA，M、C塑料袋内密封以后，再进行辐射处理，对保持原有的果皮

色泽、硬度和湿度的效果更好。

(5) 在辐射贮藏过程中，应注意以下几个环节：样品的质量、采收时间、包装运输方法、贮藏库的温度、相对湿度以及通风条件等，充分发挥多因素综合作用，才能取得预想的效果。

(6) 香梨辐射贮藏经 8 个月后，对调节市场供应发挥了良好的作用，每吨香梨可获纯利润 534 元。因此，香梨辐射贮藏不仅具有很大的经济效益，也有重大的社会效益。

参 考 文 献

[1] 卡尔斯，法国辐射研究，国际粮食辐射处理规划，1982.
[2] 高海峰、王兰竹，库尔勒香梨贮藏期间呼吸作用及糖分代谢的研究，园艺学报，1983，(2)：141。
[3] Eliao, P.S. and Cohen, A.J.，主要食品成分的辐射化学，1982。
[4] Кериша Ф.Б.，新鲜果蔬化学和商品学(上卷)，农业出版社，1960。
[5] Васитоь, И.М., Дестьне понизирущо их излуляений на растения из АК. Наук СССР, 1962.

钙处理对贮藏过程中葡萄品质的影响*

张 力 王 亮 努尔尼莎

摘 要

用1%$Ca(NO_3)_2$采前1个月喷洒无核白和喀什哈尔果穗，果实采后用改型PVA(聚乙烯醇)膜包装，贮于－1.5—3℃冷库中70天。Ca处理提高了无核白和喀什哈尔的耐拉力，减少了果实组织透性的变化，降低了葡萄糖/总酸的比值，延缓了葡萄风味物质的降解，还不同程度地减少了葡萄的失水率、腐烂率及掉粒率，起到了一定的保鲜效果。

钙元素对果实品质和耐藏性的影响，愈来愈为人们所重视。近年来也有不少研究证明，苹果采后用$CaCl_2$溶液浸泡，对于保持果实硬度，延长贮藏寿命有明显效果。本试验用$Ca(NO_3)_2$对葡萄做采前处理，并观察贮藏期间葡萄的一些的生理变化。

一、材料与方法

供试葡萄无核白、喀什哈尔采自乌鲁木齐市葡萄园。1990年8月14日用1%$Ca(NO_3)_2$加适量展着剂喷洒果穗，以不喷为对照。9月14日采收，当日入库，翌日将葡萄装袋，包装袋为0.04毫米厚的改型PVA塑料膜，每袋装果1.5—2公斤，加入果重0.3%的$K_2S_2O_5$加硅胶的混合药包，然后扎紧袋口，在－1.5—3℃库中贮藏，湿度为75—80%。

果柄耐拉力的测定：取果穗中上部果粒大小均等的果实，用1 000克弹簧秤测定，耐拉力为果粒从果蒂脱开的负荷力。

组织透性的测定：将葡萄用刀片切成1—2毫米的薄片，称取4克置于硬质称量瓶中，加无离子水10毫升，用真空泵抽气30分钟。然后在25℃的条件下放置2小时后，用DDS-11型电导仪测定其外渗液的电导率变化。

含糖量的测定：取捣碎果汁，经活性炭脱色，用微孔滤膜过滤，于岛津LC-48型高效液相色谱仪上测定。

总酸含量的测定：取捣碎果汁20克，定容至100毫升，过滤，取滤液50毫升于三角瓶中，用0.1N NaOH标准液滴定。

总钙含量的测定用PE-380原子吸收仪。

* 文中插图由常青同志绘制，特表谢意。

二、实验结果和分析

1. 采前喷钙处理对葡萄质地的影响

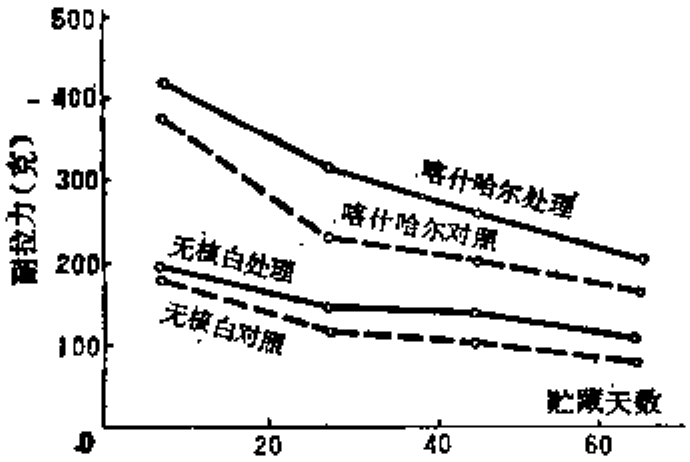


图 1 葡萄耐拉力的变化

(1) 对葡萄耐拉力的影响。由图1看出，随着贮藏时间的延长，耐拉力逐渐减弱，特别是采后1个月，耐拉力显著下降。这是因为冷库湿度太低，引起果柄失水造成的。所有Ca处理葡萄的耐拉力在贮藏期间均显著高于对照。贮藏65天后，Ca处理无核白和喀什哈尔的耐压力比对照分别提高了41.5克和39克。

(2) 采前喷钙对贮藏过程中葡萄组织透性的影响。

表 1 贮藏期间葡萄组织透性的变化 (单位：10^3微西/厘米)

品种	$Ca(NO_3)_2$浓度	贮藏时间			
		10月8日	10月19日	11月8日	11月19日
无核白	0	1.760	1.990	1.917	2.110
	1%	1.750	1.725	1.860	2.065
喀什哈尔	0	1.300	1.320	1.720	1.680
	1%	1.320	1.303	1.600	1.500

从表1看出，葡萄组织透性随贮藏期延长而升高，钙处理减慢了这种变化。贮藏前期Ca处理葡萄的组织透性与对照果组织透性之间的差异不大，随着贮藏期的延长，这种差异加大。Ca处理无核白在贮藏前期就表现出这种差异，组织透性为对照的86.7%；而Ca处理喀什哈尔在贮藏中期才表现出这种差异，组织透性为对照的89%。

2. 采前喷钙对贮藏过程中葡萄风味的影响

(1) 对含糖量的影响。从表2可知，贮藏2个月时，葡萄含糖量的变化不大。贮藏2个月后，蔗糖已全部水解为单糖。除Ca处理的无核白外，其他处理葡萄的总糖含量均

表 2 贮藏期间葡萄含糖量的变化 (毫克/100克鲜重)

品种	$Ca(NO_3)_2$浓度	10月9日				11月16日		
		蔗糖	葡萄糖	果糖	总糖	葡萄糖	果糖	总糖
无核白	0	0.5164	9.307	9.641	19.464	9.350	10.130	19.480
	1%	0.543	10.564	10.753	21.860	10.520	10.480	21.000
喀什哈尔	0	0.681	7.371	7.666	15.718	7.510	7.740	15.250
	1%	0.236	7.314	7.607	15.157	7.460	7.490	14.950

略有上升，这可能是冷库湿度低，失水造成的结果。Ca 处理无核白的含糖量比对照高，特别是葡萄糖比对照增加了 11%。而 Ca 处理喀什哈尔的含糖量与对照区别不大。

表 3　贮藏期间葡萄总酸含量的变化　(%)

品　种	$Ca(NO_3)_2$浓度	贮藏时间	
		10月9日	11月16日
无核白	0	0.605	0.560
	1%	0.733	0.660
喀什哈尔	0	0.536	0.450
	1%	0.559	0.473

(2) 对总酸含量的影响。从表 3 看出，随着贮藏期的延长，含酸量是不断下降的，Ca 处理的无核白和喀什哈尔的总酸含量均比对照高。

(3) 对风味物质的影响。果实的风味不仅与含糖量的多少有关，而且还与含酸量的多少有关。从表 2 和表 3 看出，Ca 处理无核白和喀什哈尔的葡萄糖/总酸比值比对照要低，这进一步说明了由于喷钙处理增加的 Ca^{2+} 与有机酸及糖类形成了较强的缓冲体系，延缓了葡萄内风味物质的降解[1]。

3. 采前喷钙对葡萄贮藏效果的影响

表 4　Ca 处理对葡萄损耗率的影响　(%)

品　种	$Ca(NO_3)_2$浓度	失水率	腐烂率	好果率	掉粒率
无核白	0	10.50	3.93	96.07	2.52
	1%	8.04	2.00	98.00	0.60
喀什哈尔	0	10.26	3.12	96.88	1.96
	1%	6.01	1.00	99.00	0.04

由表 4 看出，无核白和喀什哈尔的对照果均失水严重，分别为 10.50% 和 10.26%。而 Ca 处理无核白和喀什哈尔的失水率比对照相对减少了 23.4% 和 41.4%；腐烂率比对照相对减少了 49.1% 和 68%；掉粒率比对照分别减少了 76.4% 和 98%。

4. 采前喷钙对葡萄总钙含量的影响

表 5　总钙含量的变化　(毫克/100克鲜重)

品　种	无核白		喀什哈尔	
$Ca(NO_3)_2$浓度	0	1%	0	1%
总钙含量	0.580	0.664	0.266	0.336

由表5看出，采前喷钙增加了果实内的含钙量，无核白全果增加了14.5%，喀什哈尔增加了26.3%。

三、小　　结

(1) 采前1个月用1% $Ca(NO_3)_2$ 处理，能较好地保持细胞壁结构和细胞膜的功能，提供细胞内钙源，提高了葡萄的耐贮性。

(2) 钙处理能降低果实的生理代谢水平，延缓葡萄风味物质的降解，对保持葡萄品质和风味有一定作用。

(3) 采前处理可以补充潜在的缺钙；减轻生理病害，提高葡萄的商品价值。

参 考 文 献

[1] 吕昌文、欧阳寿如，采前喷钙对葡萄耐藏力的影响，园艺学报，1990，(2)：103—109。
[2] 陈晓明、黄维南，钙在防止与缓和采后果蔬生理病害和衰老中的作用，植物生理学通讯，1990，(2)：60--61。

新疆哈密瓜辐射保鲜研究*

文茜姆　努尔尼莎　郭哲　童莉

摘　　要

采用 2MeV 电子静电加速器产生的β射线和 ^{60}Co 辐射源的γ射线对哈密瓜进行辐射处理，在较宽的剂量范围内对不同射线的辐照剂量进行筛选，找出了哈密瓜贮藏保鲜的最佳剂量范围：γ射线为 3—11 万拉德；β射线为 11—60 万拉德，同时还详细地观测了贮藏环境的温度、湿度对延长哈密瓜贮藏期的影响，在 70% 左右的相对湿度下可在 2—12℃ 温区内安全贮藏哈密瓜，扩展了哈密瓜的贮藏温度范围。

经γ、β射线处理的哈密瓜，腐烂开始比未经处理的推迟 1—1.5 个月，贮藏的各个时期腐烂率均显著地低于对照。

在贮藏的各个阶段，对哈密瓜的某些生理生化指标进行了分析，结果，经γ、β射线处理的瓜乙烯释放量均受到不同程度的抑制，前期呼吸值增加，但中、后期低于对照。β射线处理过氧化物酶有一定的激活，γ射线处理瓜汁 pH 值有增强的趋势。

γ、β射线处理的哈密瓜含糖量均有增加，γ射线处理提高 3—9%，β射线处理提高5.8%，还原型维生素C虽然有些减少，但总维生素C 总含量不变。从各种分析中，未发现有害成分的产生，除硬度略有下降外，基本上保持了原有的风味。

哈密瓜品质优良、肉厚、汁多、含糖量高，是新疆著名的特产水果之一。从成熟期划分，可分为早熟、中熟和晚熟 3 大类，大约有 100 多个品种。哈密瓜产区分布较宽。在天山南北许多地区均有种植。目前，年产量约 40 万吨。近年来，调往内地和外销量占总产量的 21%以上，具有较高的经济价值。但是，由于运输和贮藏问题还没有得到解决，每年腐烂率高达 20—30%，不仅在经济上造成严重的损失，不利于水果生产的发展，而且也影响市场的供应。从目前情况来看，民间的传统贮藏法以及果品加工业、酿造业，虽然在不同程度上解决了一些问题，但还远远不能适应形势的发展。为了延长哈密瓜的贮藏时间，减少腐烂损失，我们开展了哈密瓜辐射保鲜的研究。

我们采用γ、β射线辐照哈密瓜，对两种射线处理瓜的不同辐射工艺进行了研究。经β、γ射线处理的哈密瓜贮藏 5 个月，好果率分别为 85%和 88%，比对照提高 50%以上。同时，还系统地测定了各贮藏阶段的生理生化辐射效应指标，对哈密瓜的贮藏效果也作了一定的分析比较。

一、材料和方法

每年 9 月上旬，中、晚熟品种的哈密瓜陆续成熟，我们自生产建设兵团一〇三、一〇五

* 文中插图由常青同志绘制，特此致谢。

团产瓜区选购实验用瓜。去年共贮藏哈密瓜20 000公斤，其中就产地贮藏试验12 000公斤。

在选购哈密瓜的过程中，我们注意把好采摘和包装运输两个关键环节。采收过程中，要求挑选成熟一致、无病虫害、无机械损失以及无自然长裂的优质瓜作为实验用瓜，以免造成实验误差。为了进一步提高哈密瓜的采前品质，我们与一〇五团合作，初步进行了定点种瓜的试验取得了较好的效果。

哈密瓜的包装运输一直是个薄弱环节，因为哈密瓜个体较大，单瓜重量一般1.5—2.5公斤，运输中容易造成机械损伤。在近几年的实验中，我们在瓜的包装运输方面做了一些改进，其中比较经济方便的方法是纸箱和气垫袋包装，这些包装材料可以多次使用，操作也比较简单。经试用，这种包装方法基本上可以避免哈密瓜在汽车运输中造成的机械损伤，可解决目前哈密瓜短途安全转运问题，与散装法相比较可减少运输损失的80%以上。

哈密瓜水分含量占89%[1]。从产地运来的瓜需要经过7—15天的晾晒，适当挥发掉前期过高的水分12%左右，以提高瓜的耐藏性。同时，在此期间还可以淘汰混入的病伤瓜。然后，把符合实验要求的瓜装箱辐照处理，每种处理20—100吨瓜，辐照后立即入库贮藏。

辐射采用4万克镭当量^{60}Co源和2兆电子伏特电子静电加速器。γ射线剂量用Farmer和PTW剂量计监测。β射线剂量根据PB报道$D=EIt/W$(10^5拉德)公式计算。辐照时，加速器实际能量为1.5兆电子伏特，束流0.07微安，由法拉第筒监测。

为了获得均匀的辐照剂量，γ射线辐照时，当剂量达到一半时，需把样品箱旋转180°，然后，继续辐照到要求的总剂量。β射线贯穿能力较弱，因此，β射线辐照，只能按上下两面轮番照射，让瓜的每面都达到要求的剂量。

辐照样品用纸箱加气垫塑料袋包装，每箱装3—4个瓜。箱内实测剂量均匀度为1.02。总试验量为8 000公斤(包括对照样品)。

各辐射处理和对照样品都分别每月测定其生理、生化指标。对放射性本底、自由基寿命等也作了一定的检测。

瓜的呼吸强度用红外CO_2分析仪测量；乙烯释放量用气相色谱测定；可溶性固形物用糖量计测定；维生素C用2，4-二硝基苯肼比色法；瓜汁pH值使用酸度计测定；细胞膜透性用电导率计测定；果实硬度用水果硬度测定。

哈密瓜贮藏在普通库内，贮藏各阶段的温度变化范围如图1所示。贮藏期内最高温度为19℃，最低温度为2℃，相对湿度60—70%。

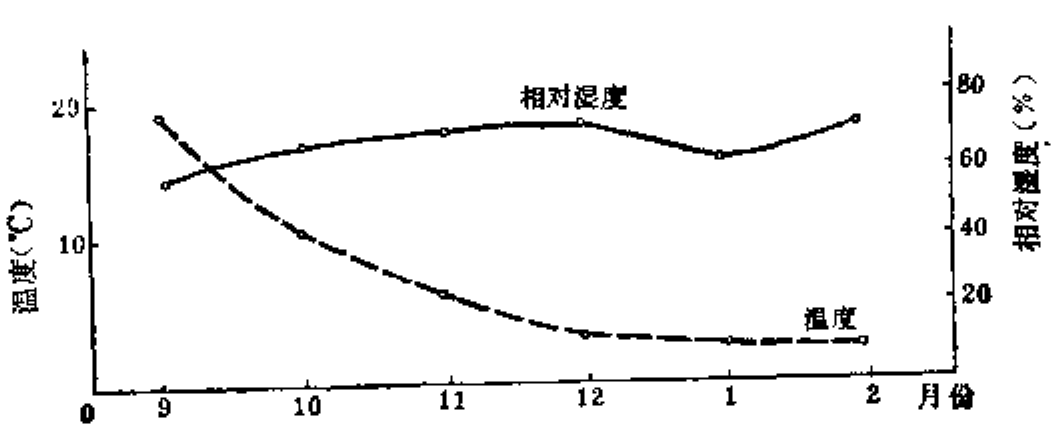


图1 不同贮藏期温、湿度变化

入库的哈密瓜采用多层架摆放和吊挂两种方式保藏。在每层架上铺 2—3 厘米厚的的细砂作衬垫，防止对瓜造成机械损伤，并能适当调节库内湿度。同时，还初步使用PVA保鲜袋和表面涂料进行试验。在贮藏中，每月检查 1 次贮藏效果。统计自然损耗和腐烂率。

二、实验结果与讨论

1. 哈密瓜不同辐射处理的贮藏效果

哈密瓜是较难保存的水果，通常可贮藏 2—3 个月，而且，在贮藏 2 个月后即开始出现腐烂，3—4 个月后腐烂速度加快，贮藏 4—5 个月腐烂高达 50%以上，此时，瓜内乙醇含量增高，影响瓜的风味，甚至失去商品价值。

经β、γ射线辐照的哈密瓜，腐烂开始时间比未辐射的瓜推迟 1.5 个月左右，并且，各贮藏期的腐烂率均低于对照(见表 1)。

表 1 哈密瓜不同辐射处理的贮藏效果*

(1985 年 9 月 12 日—1986 年 2 月 28 日)

射线	剂量(万拉德)	138天		169天				
		腐烂率(%)	好果率(%)	失重(%)	腐烂率(%)	好果率(%)	保存率(%)	硬度(千克/平方厘米)
γ	1	15	85	5.8	25	75	69.7	16.5
	3—5	2	98	5.9	12	88	82.1	16.4
	7—11	17	83	5.9	22	78	72.1	16.9
	20—34	19	81	5.2	28.5	71.5	66.3	13.4
β	5	9.7	90.3	5.3	17	83	77.7	17.6
	7—50	3.6	96.4	5.6	15	85	79.4	16.6
	70	12.5	87.5	4.9	27.8	72.2	67.3	14.7
	对照	30	70	5.4	67.5	32.5	27.1	16.9

* 好果率包括 3—5%，烂疤面积在 1 平方厘米以内的瓜。

从表 1 可以看出，γ、β射线辐照哈密瓜均能达到减少腐烂，延长贮藏时间的良好贮藏效果。其中γ射线 3—5 万拉德处理，贮藏 4—5 个月的好果率为 88—98%，比对照提高28—55.5%，β射线7—50万拉德处理，好果率为85—96.4%，比对照提高26.4—52.5%。

哈密瓜辐射贮藏保鲜研究的原订指标为贮藏 4 个月，好果率 70—80%，试验结果表明，不仅好果率超过了原订指标，同时在贮藏时间上还提高了 3 个月，并基本上保持了原有的外形和风味。

β射线较佳剂量域之所以比γ射线宽，这主要取决于射线的性质。由于β射线穿透能力较弱，主要起表面消毒作用，果肉部分几乎不受电离的影响，因此，扩大了使用剂量范围。

2. 辐照哈密瓜的某些生理生化效应

哈密瓜的贮藏寿命与它们生理生化过程密切相关，如果生理生化过程协调，就可减缓

其衰老速度，延长贮藏寿命。

(1) 不同辐射处理对哈密瓜呼吸强度的影响。呼吸是瓜果生理活动的主要表现。呼吸强度太弱会造成某些有毒物质的积累而引起生理中毒[2]，呼吸太强会过多地消耗营养物质而降低瓜果的品质。哈密瓜经β、γ射线处理后，在适合的剂量范围内，呼吸强度普遍降低(表2，图2，图3)。

由表2统计值说明，β、γ射线辐照的哈密瓜，各处理剂量都会对其呼吸强度起一定的抑制作用，这种抑制作用基本上随剂量的升高而加强。

表 2　不同辐射对哈密瓜呼吸强度的影响　　(4个月平均值)

γ辐射剂量万拉德	3	5	7	11	20	对　照
呼吸强度[毫升/(毫克·小时)]	2.05	1.41	1.24	1.74	2.06	2.1
β辐射剂量(万拉德)	5	7	11	30	50	对　照
呼吸强度[毫升/(毫克·小时)]	1.75	1.94	1.93	1.37	1.48	2.1

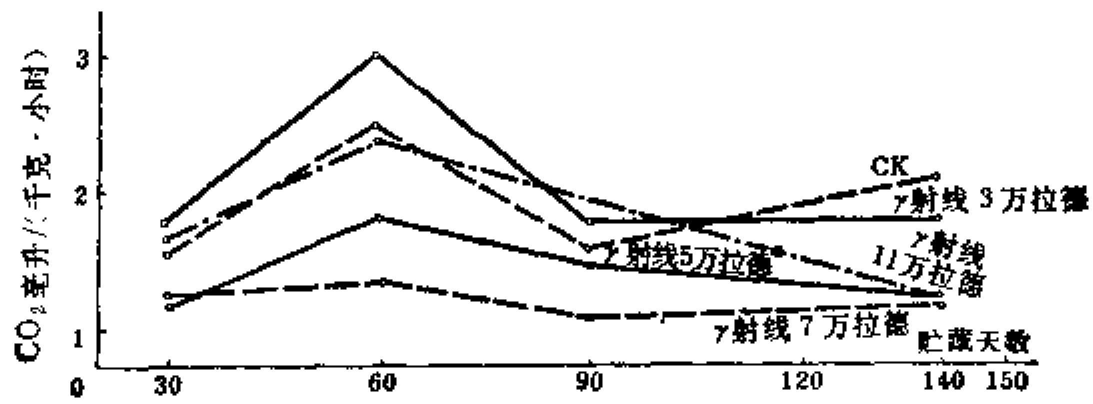


图 2　γ射线辐照哈密瓜不同时期呼吸的变化

(1985.10—1986.1)

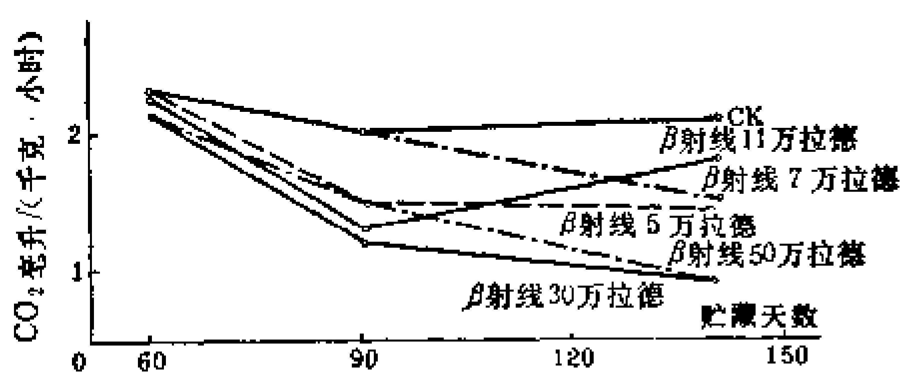


图 3　β射线辐照哈密瓜不同时期呼吸变化

图2和图3有着十分相似的变化规律。前期的呼吸值除γ射线3万拉德外，5—11万拉德各处理都受到抑制。贮藏60天时出现呼吸跃变，然后迅速下降，并远远低于对照，辐射哈密瓜呼吸强度的这种变化趋势，对延长哈密瓜贮藏寿命是有利的。

由于两种射线的性质不同，哈密瓜辐射产生的敏感性也不一样。β射线在11万拉德以上就不适应于瓜的辐射贮藏。

(2) 辐射对哈密瓜几种酶活性的影响。一般来说，在水果体系中酶是很耐辐照的，但是不同种类的酶，抗辐射性也不相同。实验结果见表3，图4，图5。

表 3 辐照哈密瓜对部分酶活性的影响*

剂　量（万拉德）	过氧化氢酶［毫克/(克·分钟)］	过氧化物酶［AOD/(克·分钟)］	蔗糖转化酶［微克/(克·24小时)］
γ_3	0.22	—	—
γ_5	0.19	0.024	541.3
γ_{11}	0.33	0.024	602
γ_{50}	0.20	0.016(γ_{20})	505.3(γ_{34})
对照	0.20	0.020	577.3
β_5	0.24	0.018	517.3
β_{11}	0.18	0.02	633.3
β_{50}	0.16	0.016(β_{20})	526.7
对照	0.1	0.021	577.3

*过氧化氢酶为 4 个月平均值，蔗糖转化酶为 3 个月统计值，过氧化物酶为 1 次实验值。

由表 3 和图4，图5 说明，哈密瓜经γ、β射线辐照后，过氧化氢酶明显被激活，贮藏后期有些下降。在瓜果贮藏中常以过氧化氢酶作防腐剂，过氧化氢酶被激活对贮藏是有利的。在辐射剂量低于 10 万拉德(γ、β)时，对过氧化物酶没有影响；剂量高至 20 万拉德时，过氧化物酶活性略有下降，但不太明显。蔗糖转化酶除 11 万拉德(γ、β) 射线被激活外，其他各剂量均低于对照，这种趋势有助于减缓蔗糖向单糖的转化。

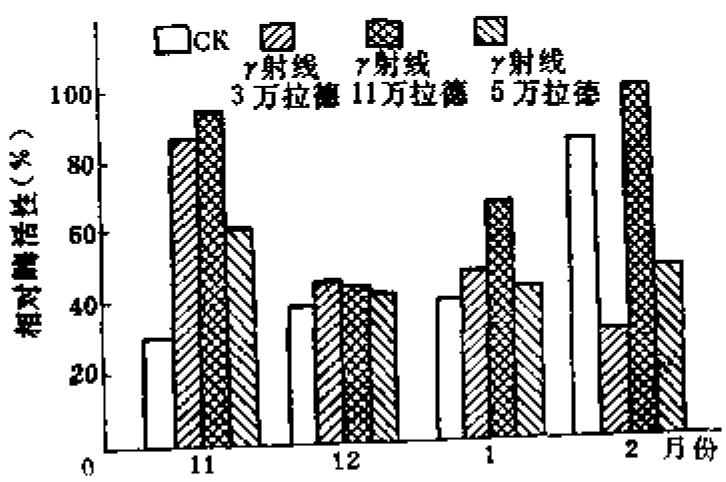


图 4 γ辐照哈密瓜各贮藏期过氧化氢酶活性

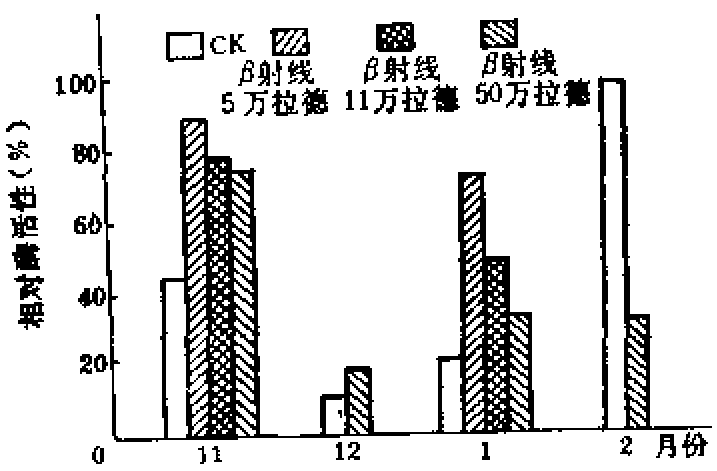


图 5 β射线辐照哈密瓜各贮藏期过氧化氢酶活性

(3) 辐射对哈密瓜含糖量、维生素C、乙醇、乙烯、瓜汁pH的影响。从表 4，图 6，图7，

表 4 γ射线辐照哈密瓜内含物含量的变化

剂　量（万拉德）	可溶性固形物(%)	乙　醇（毫克/100毫升果汁）	维生素 C（毫克/100 克）	乙　烯［微升/(千克·小时)］	瓜　汁 pH
γ_3	10.90	2.3	9.6	—	6.2
γ_5	9.95	9.3	10.9	0.084	6.5
γ_7	10.68	2.03	12.5	0.136	6.4
γ_{11}	9.38	12.2	11.8	0.12	6.4
对照	9.2	2.6	18.3	0.14	6.39

图8可见，哈密瓜经γ射线辐照后，可溶性固形物含量明显增加，维生素C和乙烯释放量略有减少。从总的趋势来看，由于无氧呼吸的存在，哈密瓜贮藏后期乙醇含量逐渐升高。但经γ射线辐照后上升速度比对照瓜缓慢，说明辐照能减少乙醇的积累。乙烯是促进水果后熟的催熟剂，辐照对哈密瓜乙烯释放产生抑制，可以延长哈密瓜的贮藏时间，这种抑制作用很可能是辐射影响了瓜内乙烯的生物合成途径。我们认为，可溶性固形物高于对照，主要是辐射引起瓜的呼吸强度降低以及蔗糖转化酶活性下降，从而减少了哈密瓜中糖、酸和有机物的消耗。因此，哈密瓜在一定剂量下既可延长贮藏时间，同时也基本上保持了原有的品质。

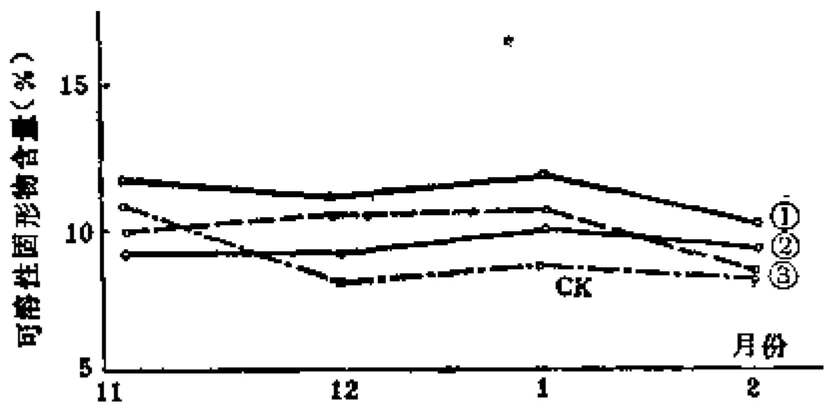


图 6 辐照哈密瓜各贮藏期可溶性固形物变化

①γ射线3万拉德，②γ射线11万拉德，③β射线50万拉德

(4) 辐射对哈密瓜细胞膜透性的影响。细胞膜的功能在于能有选择地控制物质出入细胞，从而保证了细胞的正常生理活动。影响细胞膜透性的因素很多，在正常情况下，透性将随着果实的成熟而增大，辐射也可影响细胞膜透性的改变，如图9，图10所示。通过对哈密瓜辐照后细胞膜透性的观测和研究，有助于掌握辐射对瓜果的损伤程度。结合其他生理生化指标的测试，可正确选择不同水果的最佳辐照剂量，可为水果辐射贮藏工作提供一个简便而实用的测试方法。

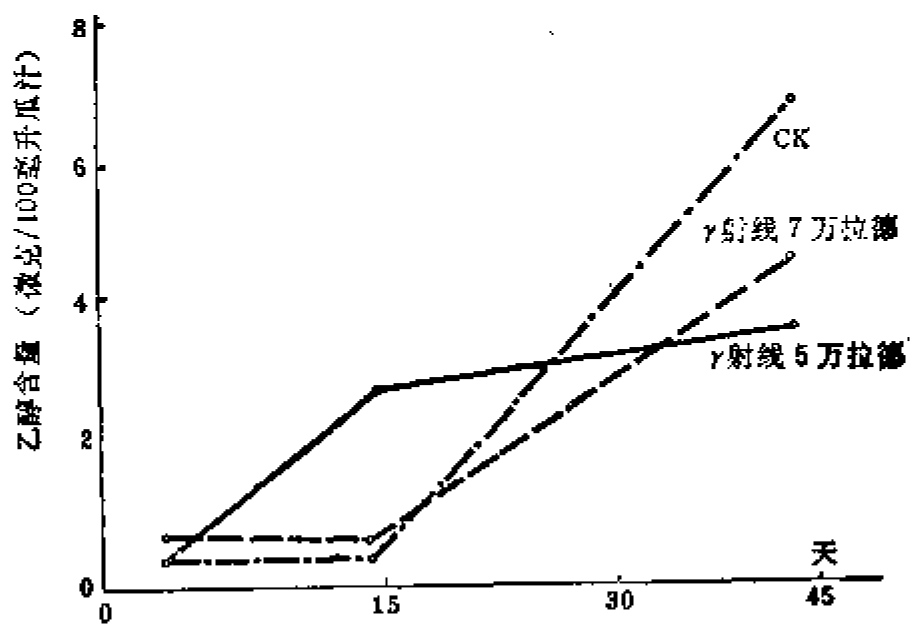


图 7 贮藏期内乙醇含量的变化

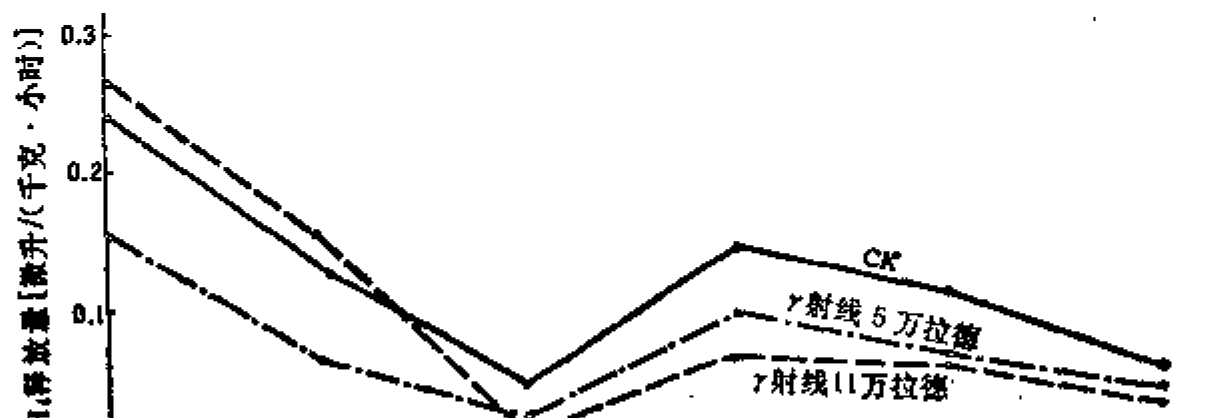


图 8 γ射线辐照哈密瓜乙烯释放量

由图9可见，哈密瓜给γ、β辐射后，细胞膜透性均高于对照。剂量在10万拉德(γ、β)射线以上透性增大更为明显。但由于受损伤细胞的恢复，贮藏后期透性增加缓慢，也低于对照透性的变化，这对于推迟瓜的衰老可能是有益的。

图 10 说明，辐照哈密瓜的细胞膜透性随剂量增加而提高。γ 射线辐照有明显的变化规律。由此可判断被辐照哈密瓜的损伤程度。我们可结合贮藏效果来选择最佳剂量。β 射线对瓜透性的影响起伏较大，但影响程度远远低于 γ 射线辐照的作用。因此，β 射线辐照哈密瓜可在较高剂量范围内选用。

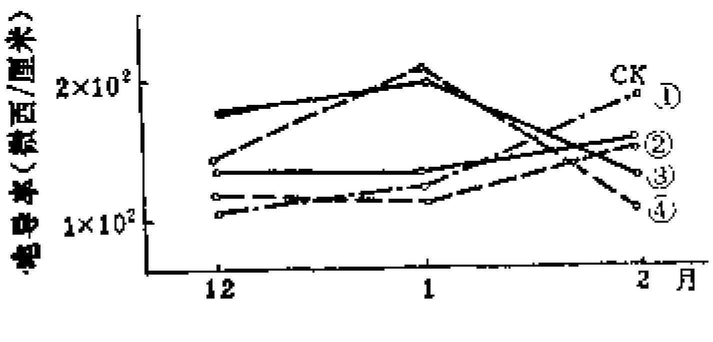


图 9 辐照哈密瓜电导率随时间变化

① γ射线 5 万拉德，② γ射线 3 万拉德，
③ γ射线11万拉德，④ β射线 50 万拉德

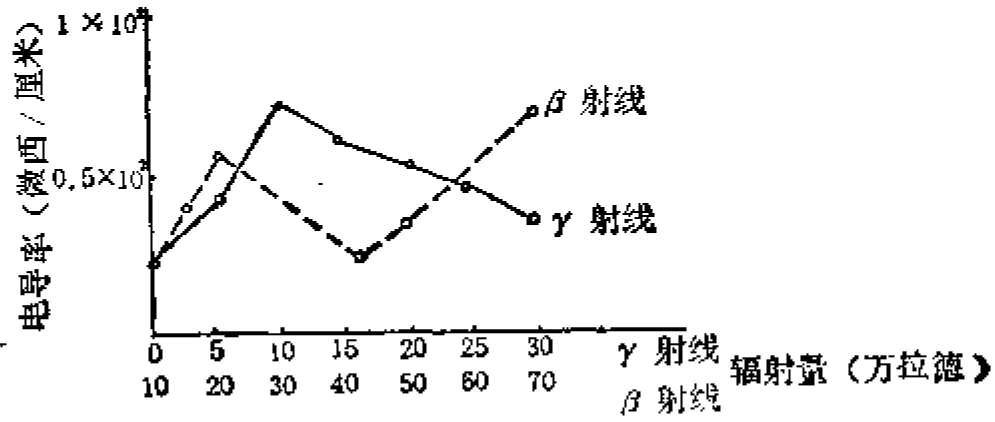


图 10 哈密瓜电导率随辐照剂量变化

三、结 论

(1) 实验证明，利用 γ、β射线辐照哈密瓜的贮藏保鲜是完全可行的。在中、低剂量辐照，普通库保存的试验中，哈密瓜贮藏 5 个月，好果率达 85—88%，比对照提高 50%以上。哈密瓜辐射贮藏保鲜研究，目前在国内外尚未见到类似的报道。

(2) 从各种分析中可以看出，辐照的哈密瓜营养成分未发生明显变化。在贮藏期间，糖含量的消耗明显低于对照，维生素C虽略有减少，但不影响瓜的风味。

(3) 在较佳剂量范围内，γ、β 射线都具有调节哈密瓜生理生化过程的作用。呼吸强度、乙烯释放和蔗糖转化酶活性均可受到一定抑制，因此，对延长瓜的贮藏寿命是有利的。

(4) 哈密瓜辐射贮藏，方法简单，安全可靠。能在2—16℃的土库中保藏，有利于推广应用。为哈密瓜贮藏保鲜开辟了一条新的途径。

(5) 有较大的经济效益和社会效益。各类水果的价格规律是成熟季节的价格远远低于淡季的价格。哈密瓜成熟季节就产区来说价格为 0.26 元/公斤，贮藏 4—5 个月，在本区售价为 0.70 元/公斤，按损耗18%计算，每吨可回收经费(1000 - 1000×18%)×0.70=574 元，扣除成本 260 元/吨，运费 40 元/吨，人工费 20 元/吨，辐照费 50 元/吨，净收入 204 元/吨。贮藏 100 吨可盈利 20 400 元，而且，可在淡季使人们吃到新疆的哈密瓜。因此，该项研究也具有较高的社会效益。

参 考 文 献

[1] 张镛同等，食品与营养，上海科学技术出版社，1983，168。
[2] Faust, M. 等、苹果因碳水化合物代谢失调引起的病害，植物生理生化译丛，1976，(2)：31—34。

新疆优质葡萄贮藏期病害及杀菌剂试验

郭 哲　马金莲　努尔尼莎

摘　要

新疆地产优质葡萄贮藏期主要表现为4种病害，它们是青霉病、交联孢霉腐病、芽枝霉腐病、灰霉病。其中马奶子葡萄和红葡萄的主要侵染病害为青霉和灰霉；喀什哈尔葡萄以灰霉为主要侵染病害；木纳格和无核白葡萄以青霉为主要侵染病害。针对4种主要病害的杀菌谱表明，供试杀菌剂可以分为3类，仅对青霉有抑制作用的杀菌剂，如托布津、多菌灵；对青霉、交链孢霉、芽枝霉起作用的杀菌剂，如代森锌、克菌丹、噻苯唑、富马酸二甲酯、桂醛；对4种病害均起作用的杀菌剂，如二氧化硫、仲丁胺等。用二氧化硫、仲丁胺HO-Ⅰ型保鲜剂及臭氧的常规用量处理贮藏葡萄，二氧化硫处理表现出较好的应用效果。

葡萄（*Vitis vinifera* L.）的果实是较难贮藏的水果之一，由于其含水量较高（65—85%），果皮较薄，机械强度差，所以它极易受到机械损伤及病虫害的侵染。在葡萄采摘后的各个环节中，由于操作程序不规范或其他因素造成的贮运过程中的腐烂损耗达到30%以上。近年来，果蔬采后病害的研究已引起人们广泛的关注。在延长果蔬贮藏性方面，同果蔬衰老的生理研究一样，占有同等重要的位置。通过保持寄主的自然抗性，采用低温贮藏，气调贮藏和推迟衰老的调节剂进行处理，在一定程度上可减轻果蔬产品免于病菌侵害。许多新鲜水果、蔬菜只有在贮藏最适条件下，采用抗菌剂方能实现最长贮藏寿命[1]。

新鲜果品在采收后贮藏运销的防腐保鲜剂处理技术，已有50年的历史。一般以药剂种类、剂量浓度、采前喷施或采后浸洗为主。下面是有关新疆几种优质葡萄贮藏期主要病害及某些杀菌药剂种类的应用效果研究初报。

一、材料和方法

（1）材料：选自地产优质葡萄无核白、喀什哈尔、木纳格、马奶子和红葡萄。采收入贮后，选择无伤无病虫害健康果实立即进行处理。

（2）病果症状的观察描述：将分离鉴定出的已知感病菌液损伤或喷雾（孢子悬液浓度>10^5个/毫升）接种到葡萄果实上，在室温下培养，结合冷藏条件下的发病情况，综合地观察，描述病害的发展情况。

（3）按克赫氏症病律将贮藏期葡萄病害分离接种，用单孢子分离法，将病原菌接种在斜面P.D培养基上，在28℃恒温箱中培养。菌种试管送中国预防医学科学院营养与食品卫生研究所检验鉴定。

1）张维一等，1986. 果蔬贮运防腐战略，油印本，5。

(4) 针对贮藏期几种重要病害，利用"抑菌环"试验，对几种杀菌剂进行室内药剂毒力测定[1]。取直径0.5厘米的圆形吸水纸片放在干燥的培养皿中，进行干热灭菌。用消毒镊夹持纸片在药液中浸泡一下，然后用吸水纸吸去纸碟边缘多余的药液，既可平放在栽菌培养基的表面上，将培养皿翻转，在28℃恒温箱中培养，3—4天后观察有无抑菌环。

(5) 杀菌剂种类的应用试验均是在采后进行的。设3组2个重复4个处理，每种重复设1个对照。供试葡萄分别为：无核白、木纳格及喀什哈尔，分别装入PVA型及A_3型塑料袋中(兰州化学物理研究所产品)。进行各种杀菌处理后，以直接装于塑料袋中的葡萄为对照。药剂种类分别为二氧化硫、仲丁胺、HO-Ⅱ型保鲜剂，并对臭氧处理进行观察。

二氧化硫处理：放入以葡萄重量0.3%的偏重亚硫酸盐与硅胶混合的药包，称重封袋保藏。

仲丁胺处理：将葡萄称重后装在塑料袋中，以0.1毫升/公斤用注射器注入药液保藏。

HO-Ⅱ型保鲜剂处理：将葡萄果实浸入到1:20的药液中，风干后称重，装袋封藏。

臭氧处理：用北京环境科学研究所研制的JCF-5型臭氧发生器产生的臭氧充入塑料袋中，处理半分钟后，称重封袋保藏。

二、实验结果与分析

1. 真菌病害种类及症状

青霉病

感病症状：病部多发生在果蒂及果顶部，严重者侵染全部果实。病原菌在初侵染的寄主葡萄上形成0.5—1厘米的圆型至半圆型的凹斑，贮藏条件适宜时，漫延全部果实甚至果梗。果实上病部与健部的界限明显。病部果皮为黑褐色(有色品种)或无色(绿色品种)，软化呈湿腐状，果皮破裂有汁液流出，腐烂部深入果肉。果梗受害部位亦呈褐色湿腐状，深至木质部，果梗连带果刷极易从果实上脱落，腐烂组织有一种发霉的味道。霉菌的表面生长起初呈白色，以后，由于形成子实体或孢子而转变成青色。霉层呈绒垫状，厚面致密。

病原：从供试贮藏葡萄上差别分离出6种平板菌落特征相似的病原菌，经鉴定为青霉菌(*Penicillum* sp.)。

交联孢霉腐病

感病症状：感病部位多发生在梗端周围的果实上，病部不规则，呈现棕褐色至深褐色的干腐状病斑。病部凹陷，果实干缩，侵染通常是在梗端开始，且随着时间的延长，真菌在葡萄纤维状连接组织或果刷内生长。受侵染的果粒易从果穗上振落。侵染的病斑周缘处有白色绒状物，为病原菌丝体，病斑上可见稀少的深榄色霉状物，为病原菌的分生孢子梗及分生孢子。

病原：从供试贮藏葡萄上差别分离出2种平板菌落特征相似的病原菌，经鉴定均为单格孢霉(即交链孢霉)(*Aiteruclria* sp.)。

芽枝霉腐病

感病症状：感病部位发生在果梗或果粒的侧而，果梗上表现出坚硬腐烂病斑，感病果粒的侧面变成偏平状或皱缩凹陷。病部不规则，腐烂区域很浅，黑褐色干腐状坚实地附着

在果皮上。病部有浅褐色晕圈。病斑表面有绿色到橄榄绿色的病原菌生长，绒状密布于病斑上。

病原：从供试贮藏葡萄上差别分离出2种菌落特征相似的病原菌，经鉴定均为芽枝霉菌(*Cladesporium* sp.)。

灰霉病

感病症状：感病果皱缩凹陷变软，皮色变为浅红褐色至黑褐色。初期侵染的病果为不规则的凹陷病斑，以后漫延至全果而腐败。感病果极易破裂、脱落，呈湿腐状，在霉烂的组织上长出鼠灰色的霉层，为病原菌的分生孢子梗。冷藏条件下可见少量的白色菌丝体及孢子，后期明显可见黑色块状菌核或菌索。

病原：从供试贮藏葡萄上差别分离出2种菌落特征相似的病原菌，经鉴定为丝核菌(*Rhizoctoia* sp.)。

2. 葡萄贮藏期病害的优势菌分析

葡萄为浆果类的水果，由于其新陈代谢快，组织中水分含量高，失水快，果粒和果柄组织表皮柔软，抗植物病毒及微生物侵染的性能差，造成了贮藏损耗大的缺点。

新疆优质葡萄因品种、生物学、解剖学特点上的差异，表现出耐贮运与不耐贮运，但都表现出贮藏损耗较大的特点。

表1 新疆几种优质葡萄的贮藏效果*

项目 \ 品种	无核白	木纳格	红葡萄	马奶子	喀什哈尔
好果率(%)	30	57	11	15	35

*贮藏期：45天，贮藏温度：2.5℃，贮藏湿度：65%。

葡萄贮藏期因受到致病病原物的侵害，损失很大。因为不同品种葡萄的组织结构差异，以及品种抗性上的差异和生物与非生物的因素，寄主与寄生物之间相互的作用性质和其他一些病害动力学的原因，表现出侵染某一葡萄品种病原菌的特殊的群体优势。用直接计数法统计不同侵染病害的发病率，结果见表2。

由表2可见马奶子葡萄和红葡萄的主要侵染病害为青霉和丝核菌；喀什哈尔葡萄以丝核菌为主要侵染病害；木纳格和无核白葡萄则以青霉为主要侵染病害。

表2 贮藏葡萄几种侵染病害的发病率*　　(单位：%)

病原物 \ 品种	红葡萄	喀什哈尔	马奶子	木纳格	无核白	备注
青霉	23	3	51	5	20	贮藏2个月 贮藏条件： 温度：2.5℃， 湿度：65%
交联孢霉	5	9	—	4	—	
丝核菌	7	38	44	2	3	
芽枝霉	2	6	—	—	—	
其他霉菌	1	—	1	—	—	

*发病率以感染某一病害的果粒数占统计总果粒数的百分率表示，表内为多组数据的平均值。

3. 葡萄主要贮藏病害的杀菌谱

调查病害的目的是为了防治，除了抗病育种、诱导抗病以外，利用化学杀真菌剂进行采前及采后处理也是解决腐烂损耗的有效途径之一。化学杀真菌剂种类很多，包括保护性的或内吸性的，其中又分为有机和无机杀菌剂。为了更加合理地、有目的地应用杀菌剂，我们就收集到的杀菌剂针对几种主要的葡萄贮藏期病害，测定了其杀菌的有效性(见表3)。

表3 葡萄贮藏期几种主要病害的杀菌谱*

杀菌剂＼菌名	青霉	交链孢霉	芽枝霉	丝核菌
托布津	+	-	-	-
多菌灵	+	-	-	-
代森锌	+	+	+	-
克菌丹	+	+	+	-
噻苯拴	+	+	+	-
富马酸二甲酯	+	+	+	-
桂醛	+	+	+	-
二氧化硫	+	+	+	+
仲丁胺	+	+	+	+

*"+"表示有效，"-"表示无效。

从表3的杀菌谱中可以看出，供试杀菌剂针对葡萄贮藏期的几种优势菌的杀菌性，可以合为3类，即第一：仅对青霉有抑制作用的杀菌剂，如托布津、多菌灵；第二：对青霉、交链孢霉、芽枝霉起作用的杀菌剂，如代森锌、克菌丹、噻苯拴、富马酸二甲酯、桂醛；第三，对青霉、交链孢霉、芽枝霉及丝核菌均起作用的杀菌剂，如二氧化硫、仲了胺。

表4 几种杀菌剂及臭氧处理对葡萄的保鲜效果* (单位：%)

品种	袋型＼处理	二氧化硫	仲丁胺	HO-I	臭氧	对照	备注
无核白	PVA	93	82	58	50	28	贮藏期2个月 贮藏条件： 温度：-1—1.5℃ 湿度：70—57%
	A_3	96	61	30	20	13	
喀什哈尔	PVA	86	91	86	73	59	
	A_3	100	68	50	41	34	
木納格	PVA	—	—	—	—	—	
	A_3	96	90	—	—	48	

*以好果率表示。

4. 几种杀菌剂的应用效果

以二氧化硫、仲丁胺、HO-Ⅱ型保鲜剂及臭氧的常规用量处理贮藏葡萄，其杀菌保鲜效果见表4。

由表4可见，供试的各种杀菌剂均有一定的抑菌作用，其中二氧化硫、仲丁胺的抑菌效果非常明显，好果率提高1—5倍。以好果率为指标，总的来看，供试杀菌剂中效果最好的是二氧化硫，其次分别为仲丁胺、HO-Ⅱ型保鲜剂和臭氧处理。

参考文献

[1] 方中达等，植病研究方法，农业出版社，1979，370—371。

葡萄贮藏过程中膜透性、呼吸、乙烯变化和耐藏性的关系*

王 亮　张 力　文茜姆　努尔尼莎

摘　要

利用电导法和回归系数 b 值的分析，结合呼吸强度和乙烯释放的变化，对新疆普遍栽培的无核白、喀什哈尔、木纳格的耐藏性进行初步的分析鉴定，结果表明木纳格最耐贮藏，喀什哈尔次之，无核白较差。

葡萄由于其果实皮薄、肉脆、汁多而不耐贮藏，因此新疆葡萄的贮藏一直是有待于解决的问题。无核白、喀什哈尔、木纳格在新疆栽培面积较广，是比较有代表性的 3 种葡萄。

细胞膜是细胞的重要组成部分，起着调节控制细胞内外物质交流的屏障作用。随着贮藏时间的延长，细胞从被损伤到完全破坏是一个不可逆转的过程。因此葡萄贮藏期间，膜透性变化的总趋势是不断上升的。

以下实验，根据贮藏期间葡萄膜透性的变化，结合呼吸和乙烯的释放对无核白、喀什哈尔、木纳格 3 种葡萄的耐藏性做一比较分析。

一、材料和方法

材料：从乌鲁木齐市郊二宫园艺场和库车采摘生长良好、果粒饱满、成熟的无核白、喀什哈尔、木纳格 3 个品种的葡萄，小心放置于消毒后的塑料箱中，运输到目的地，经整理后贮藏于冷库中。冷库温度控制在 1—3℃，相对湿度 75—80%，贮藏时间 3 个月。

电导率的测定：取葡萄样品 4 克，用蒸馏水洗去表面沾污物，再用无离子水冲洗干净。凉干后，用刀片切成 1—2 毫米的薄片，置于硬质称瓶中，用真空泵抽气 30 分钟，在 25℃左右的保温箱中保温 2 小时，然后用 DDS-11A 型电导仪测定其外渗液电导率的变化。

呼吸强度的测定：采用滴定法，将 1 公斤葡萄置于 6 升密闭的干燥器中。干燥器底部放入定量的 0.2N NaOH 作为 CO_2 的吸收剂，贮藏温度下放置 5 小时，用 0.2N 的草酸滴定。

乙烯释放速度的测定：乙烯的测定与呼吸强度的测定同时进行，抽取密闭干燥器内的气体于 1 000 型 BIO-GAS 气相色谱仪上进行测定。

---

* 文中插图由常青同志绘制，特表谢意。

1. 3个葡萄品种在贮藏期间膜透性变化的比较

从表1看出,葡萄从田间移入冷库最初时间内,细胞膜基本上没有受到环境条件的影响,因此,3种葡萄开始时电导率都是较低的。贮藏17天左右,电导率有一个急剧上升的过程。随后葡萄适应于环境条件的变化,电导率趋于较稳定的变化中。由于电导率之间差异较小,因此不能简单地利用电导率的平均数来比较葡萄品种间膜透性的变化,本文利用直线回归方程中的回归系数b值,衡量膜透性的变化大小。直线回归方程 $y=a+bx$ 中,b值计算结果说明贮藏天数与电导率升高之间的回归关系,b值的大小表示了回归方程的倾斜度,b值越大,回归直线陡度越大,其膜透性变化越大,耐藏性越差,反之亦然。从b值测定结果来看,木纳格最耐贮藏,喀什哈尔次之,无核白较差。我们认为电导率的变化可以做为反映葡萄本身代谢变化的重要生理指标,也能做为衡量葡萄耐藏性的标志之一。

表1 3个葡萄品种膜透性变化 单位:(微西/厘米×10^3)

贮藏天数 / 品种	1	17	30	42	54	67	77	87	98
无核白	0.735	1.417	1.500	1.387	1.433	1.500	1.493	1.410	1.840
喀什哈尔	0.603	1.233	1.387	1.560	1.522	1.600	1.665	1.230	1.517
木纳格	0.638	1.300	1.250	1.427	1.357	1.293	1.470	1.280	1.450

表2 3个葡萄品种电导率测定b值分析

	回归方程	回归系数b值	耐藏性
无核白	$y=1325.55+2.91x$	2.91	弱
喀什哈尔	$y=1356.66+1.82x$	1.82	较强
木纳格	$y=1276.63+1.30x$	1.30	强

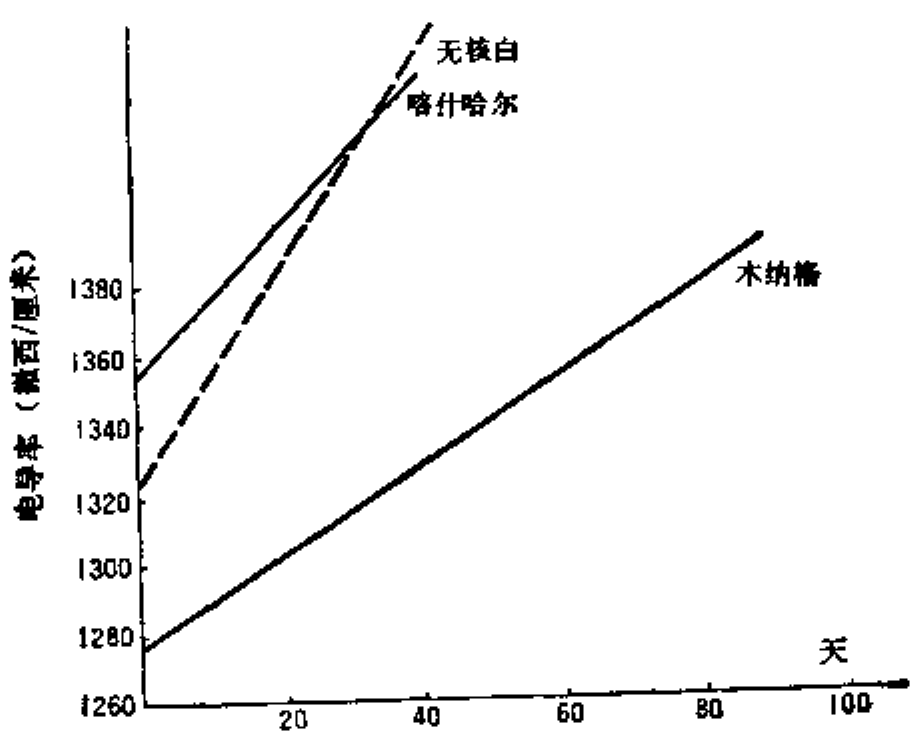


图1 直线回归方程

2. 3个葡萄品种在贮藏期间呼吸强度和乙烯释放量的变化

表 3　3个葡萄品种呼吸强度的变化　　[单位：CO_2毫克/(千克·小时)]

贮藏天数 / 品种	10	20	30	40	50	60	70	80	90
无核白	3.60	3.00	2.80	3.20	2.80	3.00	4.00	5.00	3.00
喀什哈尔	2.40	2.50	2.40	2.40	2.60	2.10	3.00	3.60	3.20
木纳格	3.40	2.00	2.20	2.10	2.00	2.10	3.20	3.20	2.20

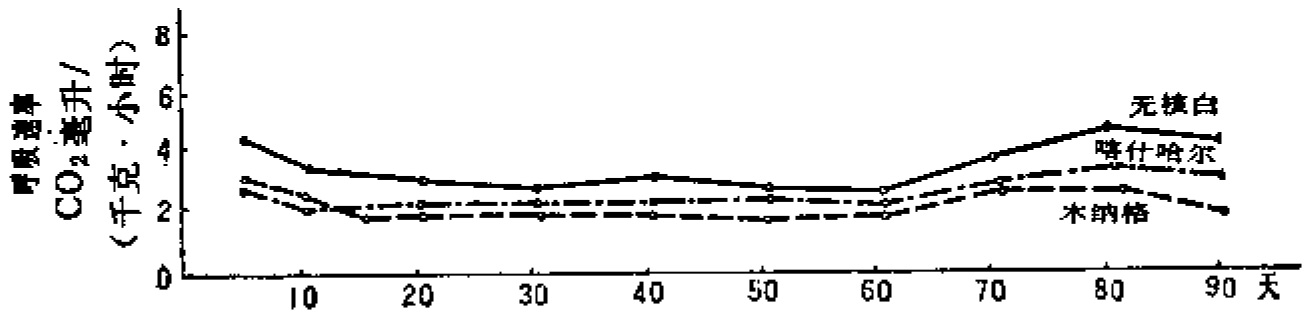


图 2　3种葡萄呼吸强度的变化

图2表明贮藏初期呼吸强度呈下降趋势，20—60天内呼吸强度比较平稳，60天后显著上升，到80天时又趋于下降。3个葡萄品种的呼吸强度为无核白最高，喀什哈尔次之，木纳格最低。

图3表明在贮藏前期40天内3种葡萄乙烯释放速率都是不断下降的，40天后乙烯释放速率比较平稳。就3个品种而言无核白乙烯释放速率最高，喀什哈尔次之，木纳格最低。

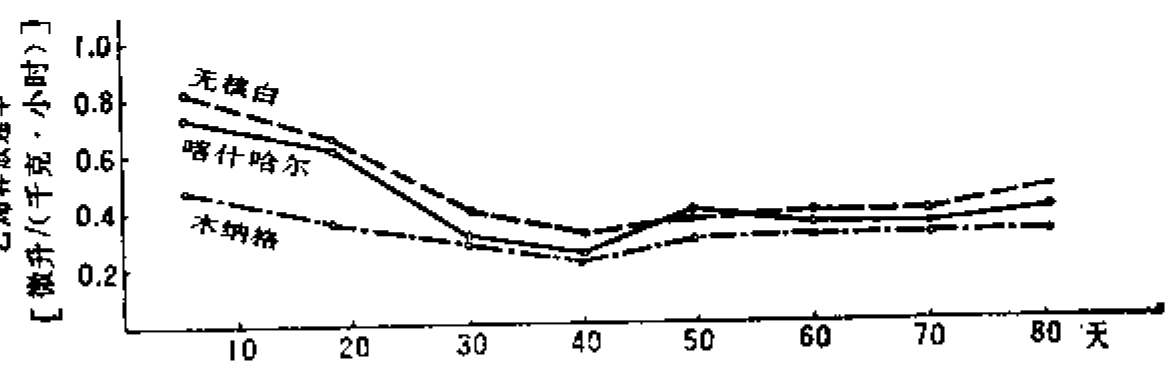


图 3　3种葡萄乙烯释放速率的变化

表 4　3个葡萄品种乙烯释放速率的变化　　[单位，微升/(千克·小时)]

贮藏天数 / 品种	5	10	30	40	50	60	70	80
无核白	0.820	0.628	0.397	0.307	0.388	0.396	0.376	0.473
喀什哈尔	0.735	0.621	0.317	0.223	0.398	0.340	0.349	0.385
木纳格	0.466	0.359	0.284	0.222	0.312	0.327	—	0.313

非跃变型果实在贮藏前期呼吸酶活性降低[1]，故贮藏前期葡萄的呼吸强度和乙烯释放速率都呈下降趋势。

在40天后，乙烯释放速率略上升，60天后，呼吸强度明显上升，除了贮藏温度影响外，可能和果梗中的无机成分以及呼吸酵素等因素也有关系。在贮藏80天后呼吸强度一度下降，这大概是果梗和果粒明显老化而造成的。

3. 实际观察

从冷库实际贮藏效果来看，库存1个月后，无核白果梗失水，果粒软化且颜色发黄，个别果粒开始出现褐斑，并有少量的腐烂现象，而木纳格和喀什哈尔除果梗稍有失水外，外观情况较好。贮藏3个月时，无核白果梗干枯，果皮变皱，果粒褐斑较多，掉粒现象很严重，约占果重的9.8%，而木纳格和喀什哈尔只是果梗干燥，果粒稍软外，果皮颜色变化不大。据统计，无核白保存率为88%、喀什哈尔为90.3%、木纳格为95%，与试验结果相符。

二、讨　　论

(1) 从田间自然状态下移入冷库贮藏的葡萄一定程度上受到贮藏环境的影响，最先受到影响的是细胞膜(第17天便出现膜透性增大的现象)，膜透性增大，引起电解质外渗液的电导率升高。一般来说，非跃变型果实耐藏性的强弱与组织外渗液电导率的高低呈负相关。

(2) 从3种葡萄贮藏前期的代谢变化来看，环境条件对膜透性、呼吸强度、乙烯释放量的影响，有一个量变到质变的过程，在1—3℃库温条件下，第17天膜透性增大，第60天呼吸强度和乙烯释放量开始增加。这说明，葡萄果实本身的代谢有一种抗逆境性，只有到一定程度，环境造成的影响才能在贮藏果实中表现出来。

(3) 随着贮藏时间的延长，葡萄外观的变化首先是果梗褐变、干枯，接着果粒的弹性和颜色发生变化，无核白上述3种变化较喀什哈尔、木纳格严重，所以无核白不耐贮藏。这个结果和岸光夫的关于果梗的鲜度决定葡萄贮藏时间结论相一致。

综上所述我们认为利用电导法，结合葡萄贮藏期间呼吸强度及乙烯释放量的变化可以做为衡量葡萄耐藏性变化的重要参数。

参 考 文 献

[1] 吕贵华，谈谈果实的成熟，植物，1987，(5)：32—34。

辐射对库尔勒香梨贮藏期间糖量及维生素 C 的影响*

童 莉

摘　　要

本试验对库尔勒香梨经辐射处理后，在贮藏期间总糖、维生素 C 的变化进行了研究。辐射对果品具有杀菌效果，并能抑制与推迟采后生理进程。辐射后酶的活性降低，延缓了呼吸强度，从而减少了糖分的消耗，且贮藏期延长了 1.5—2 个月。经 8 个月贮藏，γ射线处理的香梨保存率为 94.2%，β射线处理的香梨保存率为93.1%，对照为 82.3%。香梨营养价值没有发生变化，保持了原有的新鲜度和风味。

辐射用于水果贮藏保鲜，具有安全可靠、操作方便、节省能源等优点。国外对食品辐射效应的研究已有 30 多年的历史[1]，近年来，我国对辐射保鲜也有一些研究[2,3]，但对果品辐射后的糖量、维生素C 的变化报道很少。本试验于 1984—1986 年进行了这方面的研究。

一、材料和方法

试验用的香梨于 1984、1985 年 9 月下旬采自新疆库尔勒沙依东园艺场及和静县东风园艺场。在原产地，香梨经挑选后，用白纸单个包装，放入纸箱内运回，经电离辐射后立即入库。辐射源为 γ 及 β 2 种射线，γ 射线以 4 万克镭当量 ^{60}Co 为辐射源，剂量为 γ1、γ3 γ5、γ7、γ11、γ50 万拉德等 6 种，β- 射线以 2 兆电子伏特电子静电加速器为辐射源，剂量为β5、β7、β11、β50、β60、β70 万拉德等 6 种。贮藏库温为 0—10℃，相对湿度 65—85%。总糖采用蒽酮比色法测定，维生素 C 用 2,4- 二硝基苯肼法测定，可溶性固形物用手持测糖仪测定。每隔 1 个月测定 1 次。

二、结果与分析

1. 辐射后香梨含糖量的变化

香梨含糖量的多少直接影响果实品质。贮藏期间，总糖的变化常因淀粉水解、水分蒸腾、呼吸强度等因素而变化。香梨是典型的呼吸跃变型果实，从图 1 所示，在整个贮藏过程中，出现了 2 次呼吸高峰，当呼吸强度增高时，糖分迅速下降。但是在贮藏初期的前 30

---

* 文中插图由常青清绘，特表谢意。

天，一方面因呼吸作用消耗糖量，另一方面又因淀粉水解转化成糖，在这两种作用的消长之下，总糖呈增高的趋势，总糖含量由10.28％上升到10.47％；在贮藏中期，随着呼吸强度的增加，总糖含量便逐渐下降，直到贮藏后期（150天后），由于果实失水造成鲜果含糖量上升。

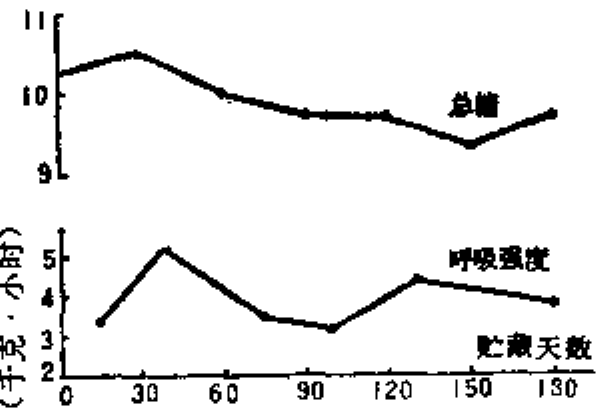


图 1　香梨在贮藏期间总糖量变化和呼吸强度关系

经辐射处理后的香梨贮藏期含糖量的变化是随辐射源种类和剂量的不同而异的。试验表明：采用γ射线处理者起到了抑制生理活动的作用（见图2）。凡经各种剂量γ射线处理后的香梨，在整个贮藏期中，其总糖明显高于对照。这是因为γ射线处理具有抑制呼吸强度的作用，使呼吸强度降低，因而糖量消耗减少。

经各种剂量β射线处理后的香梨，在贮藏初期糖量变化比较缓慢，到贮藏中期，才开始增高。这是由于β射线处理后，延迟了呼吸高峰出现，推迟了生理活动的影响，其中β50比β5万拉德剂量推迟得更晚些。试验中各种剂量β射线处理的含糖量均比对照高。

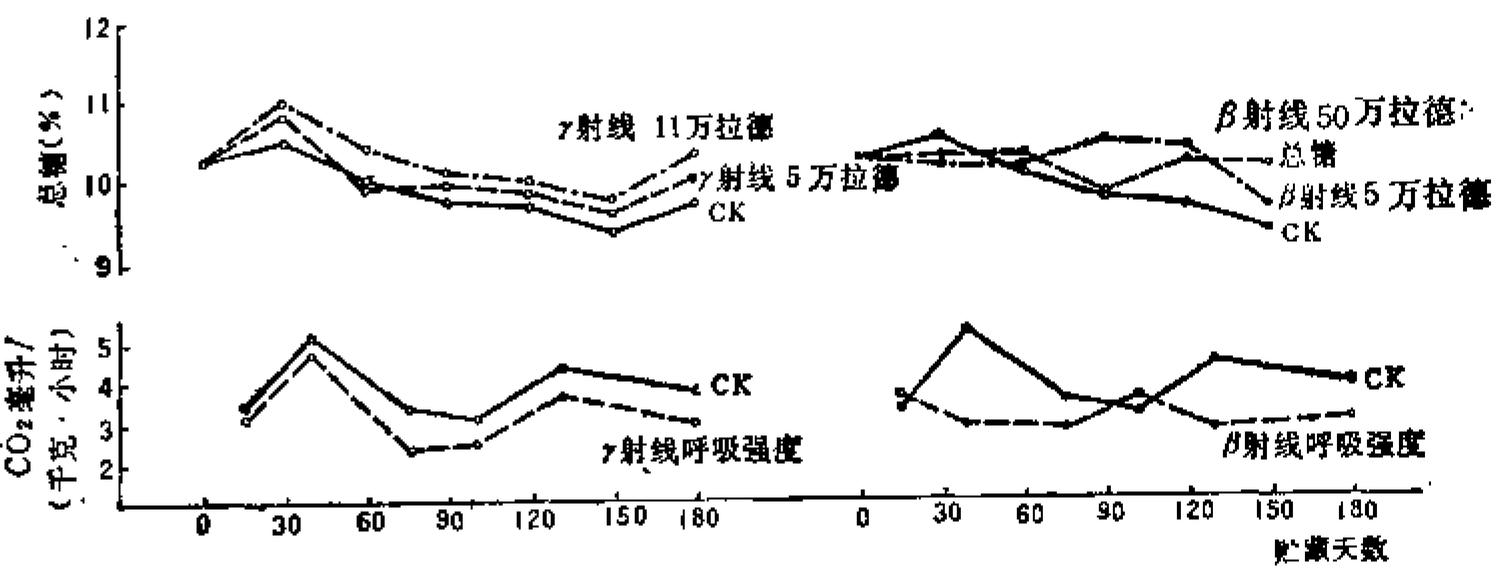


图 2　γ射线、β射线对香梨总糖量的影响和呼吸强度关系

2. 辐射后可溶性固形物的变化

香梨在贮藏期间，可溶性固形物的变化规律与总糖的变化相似，两者相关系数γ＝0.9153。

香梨经γ射线和β射线处理贮藏1个月后，可溶性固形物比对照有所降低，随后逐渐上升，经60—120天后，达到最大值，然后又逐渐下降，但是仍比对照高（见图3）。

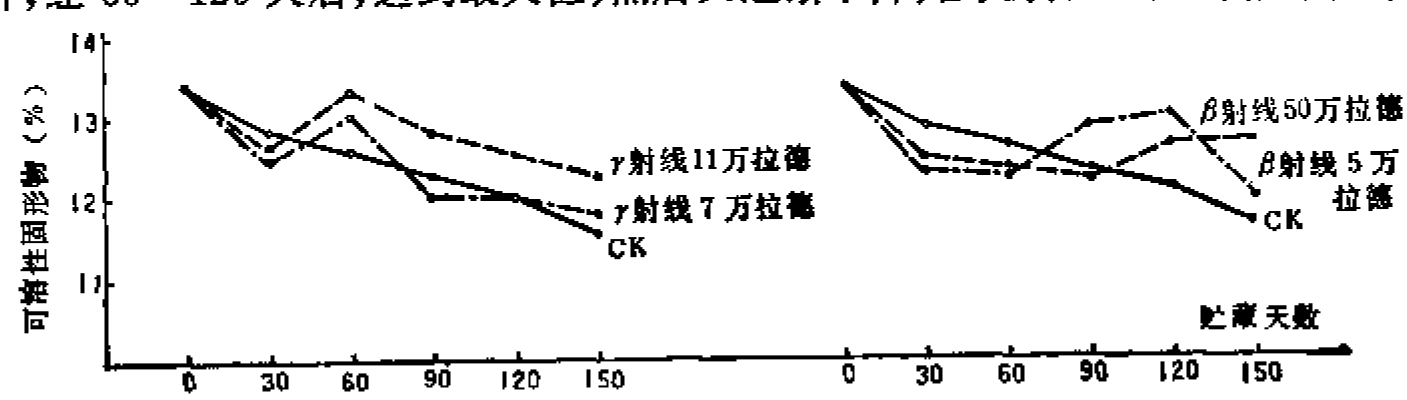


图 3　γ射线、β射线对香梨可溶性固形物的影响

3. 辐射后香梨维生素 C 的变化

维生素 C 是果品中含量较多的营养物质，也是水果品质优劣的重要标志之一。贮藏前香梨的维生素 C 含量为 7.89 毫克/100克鲜重，贮藏 180 天以后，维生素 C 含量为 4.37 毫克/100克鲜重，相当于刚入窖的 55.39%，平均每月减少 0.84毫克/100克鲜重。经 γ 及 β 射线处理后的香梨，维生素 C 的含量变化与对照基本接近，都是随着贮藏时期的延长，维生素 C 的含量逐渐下降，其原因是香梨皮薄，维生素 C 易被氧化，因而在贮藏中逐渐被氧化而减少。

从表 1 可以看出，随着辐射剂量的升高，维生素 C 含量逐渐减少。在整个贮藏期间，经 γ 或 β 射线处理的香梨，维生素 C 略低于对照。

表 1 不同辐射剂量对维生素 C 含量的影响 （贮藏 180 天）

不同辐射剂量（万拉德）	维生素 C 含量 （毫克/100克鲜重）				
	贮藏前	贮藏后	绝对减少量	相对损失率(%)	绝对损失率(%)
γ5	7.89	4.06	3.83	48.54	3.93
γ7	7.89	3.72	4.17	52.85	8.24
β5	7.89	4.32	3.57	45.23	0.62
β7	7.89	3.35	4.54	57.54	12.93
0	7.89	4.37	3.52	44.61	0

三、讨 论

（1）γ 及 β 射线试验证明，经辐射处理后的香梨，具有明显的杀菌作用，并能抑制果实生理生化过程，延长果品的贮藏期，保持原有品质风味，是一种可行的保鲜措施，并经卫生检验部门认可。

（2）γ 射线有抑制生理生化进程的作用，β 射线则有推迟生理生化进程的作用，它们都能降低糖量消耗。辐射处理后的维生素 C 含量与对照大体接近。经大量的剂量筛选，香梨辐射贮藏的最佳剂量为 γ5—γ11万拉德及 β5—β50 万拉德的范围。

（3）本试验是在窖温变化范围较大的条件下进行的，若能在最适宜的库温和相对湿度下贮藏，保鲜效果将会更好。

参 考 文 献

[1] Elias, P.S. 主编，主要食品成分的辐射化学，原子能出版社，1982，20—30。
[2] 扬品兖等，哈密瓜 β 射线保鲜的初步研究，园艺学报，1981，8(4)：37—41。
[3] 努尔尼沙等，新疆库尔勒香梨辐射保鲜研究，干旱区研究，1988，5(4)：23—29。
[4] 高海峰等，库尔勒香梨贮藏期间呼吸作用及糖分代谢的研究，园艺学报，1983，10(2)：141—142。

第四编　植物资源学、解剖学、草地学

新疆芳香植物资源及其评价

沈观冕

摘　要

新疆芳香植物资源未见全面的报道，而提供香料主要来源的芳香植物资源，随着人们生活提高后的需求，日益受到重视。香料随着人们生活水平的提高，需求越来越广泛和精细，从宗教祭祀、美化环境、食品调味的应用发展到对高级化妆品中的香精需求，促使我们不得不正视本地区芳香植物资源的研究和开发利用。由于过去受新疆植物种类不清的限制，这一地区的芳香植物资源未见全面的报道。为了进一步研究和开发利用这一资源，本文在研究新疆植物种类的基础上，结合前人的工作和有关文献资料，系统地介绍了新疆芳香植物 102 种，对每种植物的中名、学名、习性、产地、芳香油含量、油中主要化学成分及香料用途等进行了概述；并对这些种类所组成的芳香植物资源特点进行了分析和评价；同时根据利用现状，提出了进一步研究和开发利用的建议。

一、芳香植物资源的种类组成

众所周知，新疆所处的自然地理环境条件，使本区的植物区系组成在国内独具特色，因而在芳香植物资源的种类组成上必然有自身的特点。为了便于分析和评价，先将芳香植物的种类、产地、利用部位、芳香油含量及其主要成分，香料用途概况分述如下。

1. 香鳞毛蕨 *Dryopteris fragrans* (L.) Schott.　鳞毛蕨科

多年生草本。产阿尔泰山。植物含香豆素。香豆素芳香，因此香鳞毛蕨用于药酒和作茶叶的代用品[10]。

2. 西伯利亚冷杉 *Abies sibirica* Ledeb.　松科

乔木。产阿尔泰山。针叶含挥发油 1.3—2.3%，嫩枝 0.6—1.1%。主要成分为龙脑醋酸盐和龙脑[10]，为生产合成樟脑的重要原料[12]。

3. 西伯利亚落叶松 *Larix sibirica* Ledeb.　松科

乔木。产阿尔泰山、萨乌尔山、北塔山和天山(哈密)。枝梢含挥发油 0.18—0.2%。从松脂中提松节油，出油率 14—16%。松节油、挥发油，现在少利用[14]。

4. 西伯利亚云杉 *Picea obovata* Ledeb.　松科

乔木。产阿尔泰山。树脂含挥发油，从中提取松节油。从新鲜的针叶中亦可提取用

于香料制造的挥发油[10]。

5. 雪岭杉 *Picea schrenkiana* Fisch. et Mey. 松科

乔木。产天山、昆仑山。树脂含松节油达29—30%，鲜叶含挥发油0.1—0.12%，平时达0.3%[14]。

6. 西伯利亚红松 *Pinus sibirica* (Loud.) Mayr 松科

乔木。产阿尔泰山布尔津河上游。针叶、嫩枝、树脂含挥发油0.42—1.49%，用于制造香料[10]。

7. 侧柏 *Platycladus orientalis* (L.) Franco 柏科

乔木或灌木状。哈密、乌鲁木齐、石河子、伊犁及南疆等地都有栽培，原产我国。枝叶含芳香油0.6—1%，主要成分为侧柏酮及松油烃、龙脑等，可用作配制皂用香精的原料。木材中含有柏木油，为香料化妆品的配料[1]。

8. 叉子圆柏(新疆圆柏) *Sabina vulgaris* Ant. 柏科

灌木。产天山、阿尔泰山、准噶尔西部山地。枝、干、根含芳香油，枝干含油率1.5—1.6%，主要成分为萨毗桧叶醇、乙酸萨毗桧油脂、香草醇及香叶醇等[1]。

9. 西伯利亚刺柏 *Juniperus sibirica* Burgsd. 柏科

灌木。产阿尔泰山、天山。根、干和枝叶含芳香油，可作调合香精的原料[1]。果含挥发油0.8—0.9%。枝的煎剂作芳香浴中的混合物[10]。

10. 黑杨 *Populus nigra* L. 杨柳科

乔木。产阿勒泰地区的额尔齐斯河流域和乌伦古河流域。芽含挥发 油0.5—0.7%，主要成分为丁香油烃和倍半萜[12]，用作化妆品、香皂调香的原料和定香剂[13]。

11. 钻天杨 *Populus nigra* L. var. *italica* Koehne 杨柳科

乔木。南、北疆广为栽培。叶芽含芳香油0.5—0.8%，主要成分有丁香油烃、桉叶醇及白杨烃等，可用作调合香精之原料[1]。

12. 疣枝桦 *Betula pendula* Roth. 桦木科

乔木。产阿尔泰山和准噶尔西部山地及天山。芽含挥发油1.5—5.3%，油中成分为香桦油烃和香桦油醇[13]。

13. 樟味藜 *Camphorosma lessingli* Litw L. 藜科

半灌木。产阿勒泰、塔城地区及伊犁到乌鲁木齐沿天山一带。新鲜植物具有樟脑的气味，而草中含有带杏仁气味的特殊挥发油0.2%[14]。

14. 香藜 *Chenopodium botrys* L. 藜科

一年生草本。产全疆各地。地上部分有香味，含挥发油0.03—0.04%，油中有55种成分，主要是香叶油烯、柠檬萜、茴香酮、檀香萜等[16]。

15. 石竹 *Dianthus chinensis* L. 石竹科

多年生草本。各地庭园栽培。花含芳香油，油中主要成分为丁香酚、苯乙醇、苯甲酸苄酯及柳酸苄酯、柳酸甲酯等，其浸膏或净油可用以配制高级香精[1]。

16. 黑种草 *Nigella damascena* L. 毛茛科

一年生草本。南北疆庭园栽培，原产欧洲地中海地区。种子含辛辣的挥发 油0.5—1.4%，主要成分为萜烯。作香料用于烤面包，腌黄瓜、酸白菜[14]。

17. 芥菜 *Brassica juncea* (L.) Czern. et Coss 十字花科

一年生草本。新疆各地栽培。种子含辛辣挥发的芥子油达2.89%，作食品的调料[14]。

18. 家独行菜(台儿台孜) *Lepidium sativum* L. 十字花科

一年生草本。全疆药圃或庭园栽培，原产欧洲南部。植株含特殊的挥发油达0.12%，它具有特殊的、令人惬意的气息和辛辣味，用作凉菜、肉和鱼的调料[14]。

19. 黑果茶藨 *Ribes nigrum* L. 虎耳草科

灌木。产阿尔泰山。叶、花和芽含很有用的香精油[15]。芽含挥发油，油中含有β-萘酚，它有多种醚的香气，持久又很馥郁，因此在香料工业上能有限地被利用[3]。

20. 扁桃(巴旦杏) *Amygdalus communis* L. 蔷薇科

乔木。南疆栽培，原产中亚、小亚细亚。果仁含有芳香油，其主要成分为苯甲醛。可用作食品香精，使用前必须除去其中有毒成分[1]。

21. 桃 *Amygdalus persica* L. 蔷薇科

乔木。伊犁和南疆地区栽培，原产我国，桃仁含挥发油0.4%，工业上多用于化妆品[1]。

22. 杏 *Armeniaca vulgaris* Lam. 蔷薇科

乔木。产伊犁地区和准噶尔西部山地；栽培于南疆各地和伊犁到哈密沿天山各地。苦杏仁含挥发油0.7—1.0%，主要成分为苯甲醛，在食品工业上常用作香料。使用前应先除去其中有毒成分(氢氰酸)[1]。

23. 突厥玫瑰 *Rosa damascena* Mill. 蔷薇科

灌木。新疆有栽培。鲜花含芳香油，用途与玫瑰相同。本种为世界有名品种，我国可以大量扩种[1]。

24. 多花蔷薇 *Rosa multiflora* Thunb. 蔷薇科

灌木。南疆有栽培。鲜花含芳香油，含油率0.02—0.03左右。香气虽稍次于玫瑰花油，亦可用于化妆、皂用香精中[1]。

25. 芳香月季 *Rosa odorata* Sweet 蔷薇科

灌木。伊犁和南疆有引种栽培。花具强烈的芳香气味，用途、理化性质与玫瑰相似[1]。

26. 玫瑰 *Rosa rugosa* Thunb. 蔷薇科

灌木。伊犁引种栽培，原产我国北部。鲜花含芳香油约0.03%，主要成分为香草醇、香叶醇、橙花醇、丁香酚、苯乙醇等。玫瑰花的芳香油价值极高，用途很广，是各种高级香水，香皂及化妆用的香精不可少的香料，是调配多种花香型香精的主剂，亦用于食用香精，为世界名贵香料之一[1]。

27. 紫穗槐 *Amorpha fruticosa* L. 豆科

灌木。南疆和沿天山北麓等地栽培，原产北美。果实含芳香油2.5%左右，可用作调香原料[1]。

28. 甘草 *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. 豆科

多年生草本。产全疆各地。干根含芳香物质，其浸膏可用作食品、饮料、烟草香精的原料，所含次甘草酸亦可用于化妆品，效果有时更较氢化可的松为优越[1]。

29. 洋甘草 *Glycyrrhiza glabra* L. 豆科

多年生草本。产北疆各地。其浸膏用途与甘草相同。

30. 胀果甘草 *Glycyrrhiza inflata* Batalin 豆科

多年生草本。产南疆和东疆各地。其浸膏用途与甘草相同。

31. 白香草木犀 *Melilotus albus* Desr. 豆科

二年生草本。全疆各地均有栽培，原产亚洲西部。全草含香豆素0.41—1.14%[4]。具有强烈的香豆素气味，用作烟草香精的原料。

32. 黄香草木犀 *Melilotus officinalis* (L.) Desr. 豆科

二年生草本。全疆各地栽培或逸为野生。全草带香气，可提取芳香油，含油率0.1—0.2%，主要成分为香豆素及氢化香豆素等。用作烟草、化妆及皂用等香精调合原料[1]。有人认为草木樨的草与其它芳香植物的区别是不含挥发油，它的气味是在干枯时形成的香豆素内酯所决定的[13]。

33. 草木犀 *Melilotus suaveolwna Ledeb.* 豆科

一年或二年生草本。产全疆各地，茎叶含芳香油，干茎叶含油率2—3%，主要成分为二氢化香豆素。可用作调合香精，尤其是用作烟草香精的原料[1]。

34. 刺槐 *Robinia pseudoacacia* L. 豆科

乔木。伊犁、哈密、喀什等地栽培，原产北美。花含芳香油，鲜花含油率0.15—0.2%，主要成分为邻氨基苯甲酸甲酯、橙花醇、吲哚、芳樟醇、苄醇等。鲜花浸膏可用作调香原料，配制各种花香型香精[1]。

35. 槐树 *Sophora japonica* L. 豆科

乔木。伊犁至哈密沿天山北麓，以及南疆各地栽培，原产我国华北。花含有芳香油，鲜花浸膏可作调合花香型香精用[1]。

36. 胡卢巴 *Trigonella foenum-graecum* L. 豆科

一年生草本。新疆各地栽培。茎叶干后香气甚浓，似川芎，可提取芳香油。种子含芳香油，常以生料碾碎后拌入烟丝中加香，或用酒精浸泡成酊剂后，作食品、酒类和烟叶的香精[1]。

37. 香倒牛 *Biebersteinia odora* Steph. 牻牛儿苗科

半灌木。产温泉和博乐。植物地上部分含挥发油0.06%，具有细腻和令人惬意的香味，适于制造香料，[14]。

38. 新疆白藓 *Dictamnus angustifolius* G. Don. ex Sweet. 芸香料

多年生草本。产阿尔泰山、塔尔巴哈台山、天山。植株含挥发油达0.15%，获得的香精用子生产化妆品[10]。

39. 花椒 *Zanthoxylum bungeanum* Maxim. 芸香科

灌木或小乔木。喀什和伊犁有栽培。干果含芳香油2—4%，经精制处理后可作调香原料[1]。

40. 蓖麻 *Rincinus communis* L. 大戟科

一年生草本。新疆各地多有栽培，原产非洲。种子含油35.0—58.8%，提出的蓖麻油在分解蒸馏时产生庚醛，这是制造许多芳香物质的原始产物[4]。庚醛绝大部分是用来制造戊基桂醛（接近真花的茉莉型香气），只有小部分用于制备庚炔酸甲酯（模仿紫罗兰型香气）[3]。

41. **阿月浑子** *Pistacia vera* L. 漆树科

小乔木。喀什地区栽培，原产西亚和地中海地区。果仁有极好的、特殊的味道，用于食品工业及糖果点心中[14]。

42. **阿尔泰瑞香** *Daphne altaica* Pall. 瑞香科

灌木。产塔尔巴哈台山和阿尔泰山西南部。花白色，芳香[17]。本属植物种类不少，多数可利用其花朵提取浸膏。鲜花浸膏可用于调合化妆品及皂用香精[1]。

43. **大沙枣** *Elaeagnus moorecroftii* Wall. ex Schlecht. 胡颓子科

乔木。各地栽培。鲜花含芳香油0.2—0.4%。可作调香原料，用于化妆品、皂用香精中[1]。

44. **黄果沙枣** *Elaeagnus oxycarpa* Schlecht. 胡颓子科

乔木。产南北疆，平原地区多有栽培。花香袭人，含芳香油，其用途与大沙枣相同。

45. **待宵草** *Oenothera odorata* Jacq. 柳叶菜科

多年生草本。伊犁庭园栽培，原产南美洲。花含有芳香油，可制成浸膏，用于调合香精中[1]。

46. **旱芹** *Apium graveolens* L. 伞形科

一年生或二年生草本。新疆各地栽培，原产亚洲西南部、非洲北部和欧洲。果实含有芳香油，干果含量1—2%，用作调合香精的原料[1]。

47. **莳萝** *Anethum graveolens* L. 伞形科

一年生草本。新疆各地有栽培，原产欧洲南部。干果实含芳香油2.5—3.5%，主要成分为d-藏茴香酮。可用作调合香精的原料[1]，同时用作各种腌菜的香料。

48. **叶延当归** *Angelica decurrens* (Ledeb.) B. Fedtsch. 伞形科

多年生草本。产阿勒泰和塔城地区。植物各部分含挥发油，在果实中最多，达0.15%。经专家鉴定，其挥发油适用制造香水[14]。

49. **葛缕子** *Carum carvi* L. 伞形科

二年生或多年生草本。产全疆山地。果实含芳香油，含量3—7%，主要成分为d-藏茴香酮。常作饮食品、糖果、牙膏及洁口香料用的香料[1]。

50. **芫荽** *Coriandrum sativum* L. 伞形科

一年生草本。新疆各地栽培，原产地中海地区。干果实可提取芳香油，含量0.4—1.0%，主要成分为芳樟醇，它是合成各种芳香物质的原料，也用作食物中的香味调料[11]。

51. **孜然芹** *Cuminum cyminum* L. 伞形科

一年生草本。南北疆都有栽培，原产埃及、埃塞俄比亚。果实含挥发油2.36—4%[18]。油中主要成分为枯茗醛，约含25—35%[5]。用作食品中的香味调料。

52. **野胡萝卜** *Daucus carota* L. 伞形科

一年生或二年生草本。产伊犁地区及沙湾、奎屯、乌鲁木齐、青河等地。果实含芳香油，含量0.4—0.8%，主要成分为胡萝卜脑、胡萝卜醇、细辛脑等。可用以调香[1]。

53. **茴香** *Foeniculum vulgare* Mill. 伞形科

一年生草本。新疆各地栽培，原产地中海地区。果实含芳香油3—4%，主要成分为大茴香脑、大茴香醛和小茴香酮。为制造食品调味的香料，常用于配制酒、糖果、牙膏、牙粉以及香水化妆用的香精等[1]。

54. 欧当归 *Levisticum officinale* Koch 伞形科

多年生草本。伊宁、察布查尔、石河子、乌鲁木齐、米泉等地栽培，原产欧洲。根和根茎含挥发油，其成分有 d-a-松油醇或其乙酸酯[3]。

55. 茴香 *Pimpinella anisum* L. 伞形科

一年生草本。新疆各地庭园栽培，原产小亚细亚、埃及和地中海东部地区。果实含挥发油 1—3%，主要成分为大茴香脑(80—90%)[11]。用于制造香料、化妆品并用于食品工业中[12]。

56. 兴安独活 *Heracleum dissectum* Ledeb. 伞形科

多年生草本。产阿尔泰山、准噶尔西部山地、天山。果实含挥发油，某些近似种的挥发油富含茴香脑，达 80%[14]。

57. 花叶丁香 *Syringa persica* L. 木犀科

灌木。南疆地区多栽培。花含芳香油。丁香之所以有特殊辛辣的香味是由于它的芳香而来，油中含有 80—95% 的丁香酚。在香精配方中常用丁香油来代替丁香酚，使这些香精赋予所需的辛辣气息。丁香油及丁香酚在食品工业中用作香辛料[3]。

58. 西洋丁香 *Syringa vulgaris* L. 木犀科

灌木。各地庭园栽培。花含挥发油，用途与花叶丁香相同。

59. 欧洲菟丝子 *Cuscuta europaea* L. 旋花科

一年生寄生草本。产阿尔泰山、准噶尔西部山地、天山。新鲜开花植物的香精用于顺势疗法中[10]。

60. 藿香 *Agastache rugosa* (Fisch. et Mey.) Kuntze. 唇形科

多年生草本。伊宁、石河子、乌鲁木齐、阿克苏栽培。茎叶含芳香油 0.2—0.5%，主要成分为草蒿素、柠檬烃等。用作调配香精的原料，多用于香料的定香剂以制化妆品，可保持香气持久不变[1]。

61. 香青兰 *Dracocephalum moldavica* L. 唇形科

一年生草本。喀什、和田地区栽培。全草包芳香油 0.01—0.17%，主要成分为柠檬醛(25—68%)、香叶醇等。供制果子露香料用[1]。

62. 欧亚活血丹 *Glechoma hederacea* L. 唇形科

多年生草本。产阿勒泰、塔城、伊犁等地。地上部分含挥发油，用作改善其他药味的芳香物，鲜枝赋予酒精饮料的芳香化[10]。

63. 美丽神香草 *Hyssopus ambiguus* (Trautv.) Iljin 唇形科

半灌木。产阿勒泰、塔城等地。阿尔泰的芳香植物，神香草的叶无特别高的价值，用于香皂和廉价的化妆品[14]。

64. 薰衣草 *Lavandula angustifolia* Mill. 唇形科

半灌木。新源、伊宁、霍城、乌鲁木齐栽培。花含芳香油，鲜花含油率 0.8%，干花含油率 1.5%左右，主要成分为乙酸芳樟酯、丁酸芳樟酯及香豆素等。是调制化妆、皂用香精的重要原料[1]。

65. 欧夏至草 *Marrubium vulgare* L. 唇形科

多年生草本。产伊犁各地。植物含挥发油 0.06%，具芳香味[14]。

66. 野薄荷 *Mentha haplocalyx* Briq. 唇形科

多年生草本。和田、喀什、阿克苏、石河子等地栽培。茎叶含芳香油0.8—1.0%。从油中提取薄荷脑，用于糖果饮料，以及医药制品如清凉油、仁丹等[1]。

67. 辣薄荷(椒薄荷) *Mentha piperita* L. 唇形科

多年生草本。南疆有引种栽培。地上部分含挥发油，主要成分为薄荷脑，具薄荷油的气味[12]。用途与薄荷相同。

68. 留兰香 *Mentha spicata* L. 唇形科

多年生草本。霍城、乌鲁木齐等地有栽培。全草有香气，可提制留兰香油，含油量0.6—0.7%，主要成分系藏茴香酮，用于糖果、牙膏等[1]。

69. 大花荆芥 *Nepeta sibirica*. L. 唇形科

多年生草本。产塔城以及萨吾尔山。地上部分含挥发油约0.15%，油可以在制造香料中利用[10]。

70. 罗勒 *Ocimum basilicum* L. 唇形科

多年生草本或半灌木。新疆各地栽培。茎、叶、花穗都含有芳香油，茎、叶及植株含油0.1—0.12%。主要成分为草蒿素、芳樟醇等。主要用作调香原料，配制化妆品、香皂及食用香精，亦用于制牙膏、漱口剂中的娇味剂[1]。

71. 牛至 *Origanum vulgare* L. 唇形科

多年生草本。产伊犁和阿勒泰地区。全株可提取芳香油，干茎叶含油0.15—0.4%，油供调配香精之外，尚作酒曲配料[1]。

72. 白苏*Perilla frutescens* (L.) Britt. 唇形科

一年生草本。新疆各地栽培。叶和茎含芳香油0.1—0.2%，主要成分为紫苏醛，作调合香精用[1]。

73. 小裂叶荆芥 *Schizonepeta annua* (Pall.) Schischk. 唇形科

一年生草本。产塔城、和布克赛尔、克拉玛依、精河、吐鲁番、木垒、奇台等地。干的植物地上部分含挥发油0.56%，其主要成分为百里香酚。为制造香料，获取百里香酚提供原料[10]。

74. 多裂叶荆芥 *Schizonepeta multifida* (L.) Briq. 唇形科

一年生草本。阿克苏、喀什、哈密等地区以及吐鲁番、鄯善等地栽培。地上部分含挥发油达1.6%，挥发油清澈，具柔和的薄荷香味，适于香皂[10]。

75. 裂叶荆芥 *Schizonepeta tenuifolia* (Benth.) Briq. 唇形科

一年生草本。伊宁、石河子、呼图壁、乌鲁木齐、阜康、阿克苏、莎车、叶城等地栽培。全草可提取芳香油，干茎叶含芳香油1—1.8%，主要成分有右旋薄荷酮60—80%[1]。

76. 黄芩 Scutellaria baicalensis Georg. 唇形科

多年生草本。石河子、阿克苏、伊宁栽培。干根含芳香油，经提制浸膏后可用作烟草香料[1]。

77. 百里香 *Thymus mongolicus* Bonn. 唇形科

半灌木。产全疆各山区。茎叶含芳香油0.5%左右，主要成分为芳樟醇及龙脑等。略有穗薰衣草的香气，可用于化妆品香精和皂用香精等中作调合香料，亦可单离芳樟醇、龙脑等香料[1]。

78. 新塔花 *Ziziphora bungeana* Juz. 唇形科

多年生草本。产天山、阿尔泰山、准噶尔西部山地。地上部分(有花序)含挥发油0.2—0.4%，油中普列酮达 70%，此外含有薄荷脑，α-松烯和其他物质[10]。可作薄荷油的代用品。

79. 芳香新塔花 *Thymus clinopodioides* Lam. 唇形科

多年生草本。产地、用途与新塔花相同。叶和开花的花序含挥发油 0.2—1%，主要成分是胡薄荷脑、醇和其他物质[10]，为获得薄荷脑提供原料来源[14]。

80. 辣椒 *Capsicum annuum* L. 茄科

一年生草本。新疆各地栽培，原产南美。果实含挥发油，干果含油 1.12%。因辣椒具有杀菌作用，故作香料广泛用于食品工业中[11]。

81. 脂麻 *Sesamum orientale* L. 胡麻科

一年生草本。南疆栽培，原产东南亚。种子含丰富的脂肪，其油具特殊香味，故称"香油"。精制的芝麻还可以制造人造奶油和化妆用品[1]。

82. 中败酱 *Patrinia intermedia* (Horn.) Roem. et Schult. 败酱科

多年生草本。产天山、阿尔泰山。干根含挥发油，具强烈的缬草气味[14]。

83. 缬草 *Valeriana officinalis* L. 败酱科

多年生草本。伊宁、石河子栽培。根部含芳香油 0.5—2%，主要成分为戊酸及其酯类。用于高级烟草用香精[1]。

84. 蓍 *Achillea millefolium* L. 菊科

多年生草本。产全疆各地。地上部分含有挥发油达 0.8%，主要成分是兰香油薁[11]。可用作调香原料[1]。

85. 灌木亚菊 *Ajania fruticulosa* (Ledeb.) Poljak. 菊科

多年生草本。产阿勒泰、塔城、伊犁地区。带头状花序的植株上部含挥发油 0.13—0.43%，成分未知，但根据香料的鉴定可用于香皂中[14]。

86. 黄花蒿 *Artemisia annua* L. 菊科

一年生草本。产伊犁、塔城、阿勒泰等地区，以及石河子、玛纳斯、乌鲁木齐等地。全草含芳香油 0.3—0.5%，主要成分为桉萜醇、苦艾酮、异苦艾酮等[1]。

87. 狭叶青蒿(椒蒿)*Artemisia dracunculus* L. 菊科

多年生草本。产全疆各地。开花的植物地上部分含挥发油 0.06—0.3%，全草作香料用于食品中[14]。

88. 冷蒿 *Artemisia frigida* Willd. 菊科

多年生草木。产石河子、玛纳斯、昌吉、乌鲁木齐、奇台、木垒等地。地上部分含挥发油 0.26—0.41%，油中主要含龙脑，供工业用[14]。

89. 蒙古蒿 *Artemisia mongolica* Fisch. 菊科

多年生草本。产全疆各地。全株可提芳香油 0.27%[1]。

90. 大籽蒿 *Artemisia sieversiana* Willd. 菊科

一年生或二年生草本。产全疆各地。瘦果及花含芳香油约 0.2% 左右。全株含芳香油约 0.37%，可用于廉价的皂用香精中[1]。

91. 北艾蒿 *Artemisia vulgaris* L. 菊科

多年生草本。产全疆各地。新疆茎叶含芳香油 0.05—0.2%，主要成分为侧柏酮、桉

叶醇和樟脑等，用于调配香精、皂用香精等[1]。

92. 小白酒草 *Conyza canadensis* (L.) Cronq. 菊科

一年生草本。产全疆各地。植株有香味，花期鲜植株含油0.33—0.66%，主要含α-柠檬萜达83%[12]。

93. 土木香 *Inula helenium* L. 菊科

多年生草本。产阿尔泰山、天山。干根茎和根含有芳香油1—3%，主要成分为土木香内酯、异木香内酯和二氢土木香内酯[11]。用于制调合香精，可作酒类、饮料的赋香剂[1]。

94. 母菊 *Matricaria recutita* L. 菊科

一年生草本。产阿尔泰等地。头状花序含挥发油0.05—1.0%，煎剂作芳香沐浴的填加物，挥发油也用于蜜酒的生产中[11]。

95. 雪莲 *Saussurea involucrata* (Kar. et Kir.) Sch. Bip. 菊科

多年生草本。产天山、阿尔泰山。地上部分含芳香油，头状花序含挥发油0.05%，用浸膏得到的净油为0.3%。具有清香、药香香气，并带菊样花香。主要成分为倍半萜烯及其多种含氧化合物等，成为雪莲香精的主要原料1)。

96. 黄花茅 *Anthoxanthum odoratum* L. 禾本科

多年生草本。产阿尔泰山、博乐和温泉山地、天山。植物地上部分含芳香物质——香豆素，用于鼻烟和烟草芳香化[10]。全草含芳香味，用于饮料[9]。

97. 茅香 *Hierochloe odorata* (L.) Beauv. 禾本科

多年生草本。产天山、博乐和温泉山地、塔尔巴哈台山、阿尔泰山。茎叶可提取芳香油，主要成分为香豆素，作调香原料[1]。在伏特加甜酒、芳香露酒、食用香精中广泛应用[10]。

98. 菖蒲 *Acorus calamus* L. 天南星科

多年生草本。产阿勒泰和伊犁地区。根茎含芳香油1.5—3.5%，主要成分为甲基丁香酚、倍半萜烯等。经精制处理后用于化妆品香精和皂用香精中，国外也有用于调制酒用香精的[1]。在西方利用菖蒲叶的芳香放入面中，烤制出特殊香味的面包[14]。

99. 大葱 *Allium fistulosum* L. 百合科

多年生草本。全疆各地栽培。全株含芳香油，可作调味用香精。

100. 蒜 *Allium sativum* L. 百合科

多年生草本。全疆各地栽培。鳞茎含芳香油约2%，主含大蒜辣素和丙烯硫醚等。可作调味用香精[1]。

101. 紫花鸢尾 *Iris ruthenica* Ker-Gawl. 鸢尾科

多年生草本。产察布查尔、阜康等地。芳香植物，具强烈的堇菜香气，也许适用于制造香料[10]。

102. 细叶鸢尾 *Iris tenuifolia* Pall. 鸢尾科

多年生草本。产伊犁、阿勒泰等地。叶和根茎含挥发的芳香油[14]。

---

1) 挥发油含量及其化学成分由中国科学院新疆化学研究所阎鸿建同志提供。

二、芳香植物资源的特点和评价

植物香料主要来源于植物所含芳香油中。其应用已有很长的历史，在世界上有人认为香料利用最早的国家是古代埃及，源于祭祀之用[9]。而我国也是世界上应用香料最早的国家之一。据历史记载，远在周期时代，我国已开始使用香料[1]。新疆地域广阔，气候多样，又是多民族聚居之地，在长期的生活中，不仅利用当地植物，而且他们引种栽培了不少有用植物，其中有些芳香植物至今在国内仍只有新疆栽培。现结合新疆这一类资源特点作如下评价。

(1) 芳香植物的种类相当丰富。我国在60年代已记载芳香植物320种[1]，其中产地指明有新疆的仅16种，占全国总数的5%；本文收载102种，约占全国的31.8%，接近总数的三分之一。这样两个百分比，一方而说明过去对新疆植物种类了解不足，以后有了新的了解；另一方面新引种栽培的种类也有所增加。总之，现有芳香植物种类已是相当丰富的。当然，资源丰富与否，不仅决定于它们的数量和贮量，更重要的是决定于芳香油的质量及其所含芳香物质的重要性和多样性，这从新疆芳香植物上述种类所含芳香油的主要成分中可以看出其资源是相当丰富的。

(2) 栽培的芳香植物种类多。现有栽培种类50种，接近总数的一半。其中至今在国内仅新疆栽培的有扁桃(巴旦杏)、阿月浑子、孜然、荼香等；区内主产的薰衣草，虽然国内有些地区也引种栽培，经多年实践证明，新疆的自然条件较其他省区更适于薰衣草的生长发育，因此新疆已成为满足国内对薰衣草油需求的主要产地。其他如桃、杏、沙枣、玫瑰、黑种草、胡卢巴、薄荷、小叶和多裂叶荆芥等，新疆都有比较长的栽培历史。虽然还有许多种类处于自种自用的庭园栽培状态，如果今后发展需要，扩大栽培定能顺利实现。

(3) 具有多种用途的芳香植物。乔、灌木类(34种，约占总数的33.3%)不是用作木材，就是用于防风沙和美化环境的行道树种及观赏植物，如常绿的松柏类和钻天杨、槐、刺槐、紫穗槐、玫瑰、月季、沙枣等。草本植物中作食用的主要有扁桃(巴旦杏)、桃、杏、胡卢巴、黑种草、莳萝、芫荽、旱芹、茴香、荼香、孜然、芥菜、葱、蒜、花椒等。这些除食用之外，还能药用。其他主要作药用的还有栽培的薄荷、白苏、香青兰、裂叶荆芥、欧当归、石竹、蓖麻等；野生的有甘草、香藜、百里香、新塔花、欧亚活血丹、欧夏至草、黄花蒿、蓍、土木香、雪莲、菖蒲等。至今，除含芳香油的植物入药作矫味剂和食用作调味佐料的香料外，真正作为香料工业原料来源应用的种类很少，可以说当前主要只有薰衣草1种，其次是薄荷、椒薄荷、留兰香、玫瑰、沙枣、雪莲等。尽管如此，作为芳香植物种质资源的保存对今后市场有需求时，能大量生产和提供芳香油原料具有重要的潜在价值。

(4) 芳香植物的利用部位多是地上部位，利用地下部位的少。利用地上部分的有89种，约占总数的87.3%，其中主要利用茎叶的有47种，果实或种子18种，花或花序17种，芽4种。地下部分利用很、根茎或鳞茎的共13种，约占总数的12.7%。这种状况显然对今后发展香料生产有利，因为利用地下部分需要几年，而且一旦利用，则植株随之毁坏，需要不断的栽植；利用地上部分则每年都能获得，并不妨碍植株的再生能力和对环境所起的保护作用。

三、利用现状与建议

新疆芳香植物的利用主要是作食用的调味香料和药用的矫味剂，真正作为香料工业原料的种类是本世纪60年代以后的事，而且还限于引种栽培方面，野生种类，至今利用不多。为了开发和合理利用这一资源，提出下列问题和建议。

(1) 芳香植物资源的种类、化学成分、分布、蕴藏量有待进一步查清。新疆是我国最大的干旱区，而干燥地区的植物区系富有香料植物。某些研究者看作这是它们对特殊气候情况的特别的生物学适应，已确定认为，在植物中存在大量的挥发油是干性植物种的特征[8]。新疆高等植物近4000种，我们现知的芳香植物种类仅是含挥发油植物中，具有芳香气味的一部分，另有许多含挥发油的植物，还处于我们不知含有哪种成分的状态。现有102种芳香植物中，除传统应用至今的和少数新开发的种类外，大多数是根据国外和国内其他省区的文献记载收录的，由于自然环境条件的不同，所含芳香油的数量及其成分的变化是不完全相同的。如我国百里香属分布从东南向西北推移，芳樟醇在精油中的含量逐渐减少，而对-伞花烃含量却逐渐增加，到远离海岸的内陆干旱的乌鲁木齐南山产的百里香，精油中芳樟醇的含量达最低点(0.71%)，而对-伞花烃的含量最高达82.48%[7]。新疆真正以芳香植物为目的的专门调查，是由轻工部组织上海香料研究所和新疆轻工业厅，中国科学院新疆分院在1960年进行的伊犁地区的调查。仅从地区看是不够全面的。为了全面系统的了解和掌握新疆芳香植物资源情况，必须进一步进行调查研究，在此基础上才能制定合乎本区实际的发展规划，稳步地发展新疆香料工业生产。

(2) 重视现有芳香植物资源的合理利用。新疆利用芳香植物资源的现状是：①多数利用的种类仍然是民间保留下来的传统用法，这些植物中大多具有多种用途，既可药用，又能食用，作辛香佐料用，观赏用等。其中有些种类在国外主要用于香料工业进行人工种植，选育，如莳香(俗称洋茴香)在我国仅新疆民间作调味香料而有少量栽培，还未起到为香料工业提供原料的作用。②作为香料工业某些原料基地是从60年代开始的，当时为增加薄荷油产量，保持我国在国际出口薄荷油的地位，从主产地江苏引种，有较大面积的栽培，后因薄荷油的质量不如江苏产的而减少，相反，后来引种的薰衣草，生长发育良好，栽培面积增大，产量也多，现已成为国内薰衣草油的主产区，不仅能满足国内需要，改变了进口局面，而且还有少量出口。孜然(出口商品名安息茴香)除出口外，随着我国的改革开放，国内市场需求也相应增加，主要原因在于新疆风味小吃"烤羊肉串"的传播，其主要调味香料是孜然，由于得到人们的接受和喜爱，这一香料进一步被西安食品工业用于"孜然锅巴"等的生产中，在国内，新疆是唯一的原料生产基地。在花香型的芳香油利用方面，80年代后期，由中国科学院新疆化学研究所研制出沙枣花香精和雪莲香精。这两种香精已用于日用化妆品的生产，填补了过去新疆不产香精的空白。从上述可见，新疆已有发展香料资源生产的潜力和基本条件，面对我国人民生活水平提高后，对香料，特别是天然化妆品用香精需求增加的现实，开发利用本区的芳香植物资源是大有可为的。

(3) 充实和培养专业人员专门从事研制香料工作。芳香植物资源的开发利用，与有机化学的研究和发展密切相关。为适应社会发展的消费需要，香料、香精的研制和应用已发展成为专门的学科，国内外都有相应的专门研究机构。在新疆现在专门研究者很少，且

多由化学研究工作者兼任。尽管如此，已研制出两种香精，完成了从无到有的过程。鉴于新疆芳香植物资源丰富的潜力和有利于栽培芳香植物的自然条件，一方面要用植物学知识继续寻找芳香的原料，研究增加植物芳香油含量的途径和措施；另一方面要用化学知识鉴定芳香油成分，特别是微量而又具有独特香气的成分，研究从芳香油中单离出芳香物质及人工合成的方法。两方面的结合，才能有效地利用当地植物资源。至今在利用人工合成的香料配制的香精代替天然花香还未达到理想的程度，因为合成香料所含成分较天然精油所含成分单纯[3]。这说明香料、香精的研究还需要不断深入，同时评比香气质量的优劣，除用化学分析及物理检查外，在其不能辨明高低时，就要依靠感官鉴定，即由具有灵敏嗅觉、又有丰富经验的，能嗅出微量杂质及残留遗韵的人去做最后鉴定。目前新疆还没有这样的评香专家。上述说明，要发展和充分利用本地芳香资源，还应在稳定现有从事香料专业人员的基础上加以充实提高。

参 考 文 献

[1] 中华人民共和国商业部土产废品局、中国科学院植物研究所主编，中国经济植物志　下册，科学出版社，1961.

[2] 江苏新医学院编，中药大辞典，上海人民出版社，1977.

[3] 华道金，P·Z·(张承曾等译)，合成香料与单离香料，轻工业出版社，1960.

[4] 沙拉波夫，H.N.(黄观程等译)，油料植物及油的形成过程，科学出版社，1965.

[5] 王殿翔，生药学，江苏人民出版社，1959.

[6] 新疆八一农学院编著，新疆植物检索表　第三册，新疆人民出版社，1985.

[7] 王蜀秀，胡昌序等，我国百里香属植物精油成分的分布及其与地理条件的关系，中国植物学会五十周年年会学术报告及论文摘要汇编，中国植物学会，1983.

[8] 伊里因，M.M.主编，(中国科学院植物研究所植物资源研究室译)原料植物野外调查法，科学出版社，1960.

[9] Аринштейн А.И.и ДР., МИР Душистых растений. 1983.

[10] Верещагин В.И.и ДР., Полезные растения западной Сибири, 1959.

[11] Гаммерман А.Ф.и ДР., Лекарственные растения, 1983.

[12] Землинский С.Е., Лекарственные растения СССР, 1958.

[13] Михайловская В.А.и ДР., Лекарственные растения и их применение, 1976.

[14] Повлов Н.В., Растительное сырье Казахстана, 1947.

[15] Повлов Н.В., Флора Казахстана, 4. 1961.

[16] Синицин Г.С., Новые лекарственные растения Казахстана, 1982.

[17] Шишкин Б.К.и Боров Е.Г., Флора СССР, 15. 1949.

[18] Шишкин Б.К., Флора СССР, 16. 1950.

[19] Шишкин Б.К., Флора СССР, 21. 1954.

西藏阿里草地及牧草营养特点*

肖笃志

摘　要

阿里草地是在严酷的生态环境下形成的．草地营养类型有：氮碳型，碳氮型，氮、氮碳-灰分型，主要属于窄比和中比草地类，含粗蛋白质高，适宜养殖绵羊及绒山羊．各科牧草营养特点：总营养物质的含量以禾本科居首位，其次分别是莎草科、菊科、藜科、豆科、十字花科．草地类营养特点：总营养物质的含量以温性荒漠草原居首位，其次分别是高寒草原、低平地草甸、温性荒漠、高寒草甸、高寒荒漠．

阿里是世界上海拔最高的高原，平均海拔高度 4 500 米以上。它地形复杂，具有辽阔的高原面，高耸的山脉，棋布的湖泊，众多的内外水系等地貌单元，它们直接影响阿里的气候形成。使水、热等因素重新分配，是阿里出现不同草地类型的主要因素。气候变化多端，阿里冬半年受西风环流天气系统的控制与作用，夏半年受印度洋热带季风天气系统控制与作用，同时还受"青藏高压"的影响，所以阿里地区具有空气稀薄，气温低，水汽含量少，降水稀少，太阳辐射强，日照丰富，气温年日较差较大，雨暖同季，干冷季与温暖季变化分明，降水集中，风大风频，冰雹多，霜期长等特点。由此可见，阿里生态环境严酷，不宜大面积种植，广大的土地宜作为草地以发展畜牧业。其牧草具有耐寒、耐旱、生育期短、蛋白质含量高的特点。现将阿里草地与牧草营养特点进行如下分析。

一、原则与方法

所谓草地营养类型，是指天然草地主要草群或优势牧草在营养期、花果期时的粗蛋白质(简称氮物质)、无氮物质(包括脂肪、粗纤维、无氮浸出物，简称碳物质)或灰分等营养成分数量组合关系。

草地营养比(即无氮物质与粗蛋白质之比)的宽窄，对家畜的合理布局有着重要的指导意义。许多资源调查表明，在通常的情况下，营养比大于 1:12 的宽比草地，由于草群中无氮物质的含量高，适于发展乳用牛和肉牛，而中比(1:6.1—12)和窄比(1:4.4—6.0)的草地，则由于粗蛋白质含量较高，适于发展毛用羊和耐力持久的乘挽马。

草地营养类型的数量指标，是根据牧草或草群营养物质含量(包括粗蛋白质、粗脂肪、粗纤维与无氮浸出物)求出的，而各种营养物质的含量，是通过常规的化学成分分析资料取得的，其计算方法如下：

---

* 牧草营养分析由李军同志、新疆农业科学院测试中心完成。

营养物质总量(%)＝粗蛋白质＋粗脂肪×2.4＋粗纤维＋无氮浸出物

根据：Nehing 氏公式，计算营养比：

$$营养比=\frac{无氮浸出物+粗纤维+粗脂肪\times 2.4}{粗蛋白质}$$

在上述计算的基础上，根据营养比的宽窄和灰分的含量，按表1中列的标准，将天然草地划分为不同的营养类型。

在上述几个基本营养类型以外，由于草地是由多种多样营养成分不同的植物所组成的，同时，在牧草营养期、花果期时的氮、碳含量也有很大差别，因此，可将上述基本类型进行合理组合，以客观地反映天然草地营养类型。

西藏阿里地区草地植被具有高原地带性水平分布、山地垂直分布和隐域性分布等以及高原地区植物营养成分具有含氮高的特点，因此阿里草地营养型以氮碳型为主，其次是碳氮型；根据植物灰分的含量又分为氮-灰分型、氮碳-灰分型等。

表 1　草地营养类型划分标准

灰分 / 营养类型 / 营养比	<10%		10—20%		>20%	
	营养类型	代　号	营养类型	代　号	营养类型	代　号
1:1.5—1:4.5	氮　型	N	氮-灰分型	N-A	灰分-氮型	A-N
1:4.5—1:8.0	氮碳型	NC	氮碳-灰分型	NC-A	灰分-氮碳型	A-NC
1:8.0—1:15.0	碳氮型	CN	碳氮-灰分型	CN-A	灰分-碳氮型	A-CN
1:15.0—1:30	碳　型	C	碳-灰分型	C-A	灰分-碳型	A-C

二、草地营养类型

1. 氮碳型草地

这类草地分属山地荒漠草原亚类、高寒草原亚类、高寒盐化草甸亚类、高寒草甸草原亚类、低位沼泽亚类、砂砾质荒漠亚类，主要分布在阿里广大的高原面、湖盆、宽谷与山地，是阿里地区的主要草地。土壤多以亚高山草原土、高山草原土为主。主要植物为沙生针茅、固沙草、驼绒藜、紫花针茅、藏沙蒿、变色锦鸡儿、青藏苔草、穗状寒生羊茅、日喀则蒿草、波伐早熟禾、西藏沙棘、灌木亚菊、芒尖苔草、杉叶藻等。其代表类型见表2。

2. 碳氮型草地

该类草地属于高寒草原亚类，主要分布在海拔较高的高原面上、高山上部。土壤仍属高山草原土，是高寒草原中生态条件较严酷的地段。主要植物种类为小叶金露梅、变色锦鸡儿、青藏苔草等。其代表型见表3。

3. 氮、氮碳-灰分型草地

这类草地分属低地盐渍化草甸亚类、低地高寒沼泽化草甸亚类、高寒草甸草原亚类、

高寒草原亚类、砂砾质荒漠亚类，大部分分布在地势低洼、地下水位较高的地段。土壤多以盐化草甸土、碱化草甸土或沼泽草甸土为主，另一部分是在5 000米以上的高山，土壤为高山草甸草原土，还有分布在西部4 500米以下的谷地，土壤为亚高山荒漠土。这类草地所以氮及灰分较高，是由这些类型本身的生态生理特性所决定，其次是生态条件的影响，如藏白蒿、垫型蒿、垫状点地梅、垫状驼绒藜等双子叶植物，其生态条件并非是盐化土壤，但其灰分仍然很高，主要代表植物有：芦苇、扁穗草、藏北嵩草，四裂红景天、藏白蒿、垫状点地梅、垫状驼绒藜、耐寒委陵菜、轮叶棘豆等种类。其代表类型见表4。

由上述分析可以看出，阿里地区草地类型单一，在营养比方面，主要属于窄比和中比(1:4.4—6.0)草地类，含粗蛋白质高，所以该草地是很好的发展绵羊、山羊的草地。

表2 氮碳型草地类型及其营养比

草地亚类名称	草地型名称	灰分	营养比例	采样地点
山地荒漠草原亚类	沙生针茅	8.38	1:5.0	札达香孜区
	沙生针茅+固沙草	6.00	1:5.7	札达香孜区
	驼绒藜+沙生针茅	6.92	1:5.0	札达曲松区
高寒草原亚类	紫花针茅	6.37	1:5.7	札达曲松区
	藏沙蒿+紫花针茅	7.52	1:5.8	改则洞错区
	变色锦鸡儿+紫花针茅	7.15	1:5.8	普兰霍尔区
	青藏苔草	7.82	1:6.1	措勤雄巴区
	青藏苔草+紫花针茅	7.98	1:6.1	札达次乌满嘎
	变色锦鸡儿+穗状寒生羊茅	9.22	1:4.8	札达曲松区
	变色锦鸡儿+紫花针茅+杂类草	8.60	1:1.9	噶尔门士区
高寒盐化草甸亚类	青藏苔草+波伐早熟禾	5.09	1:4.9	改则洞错区
	青藏苔草+赖草	6.56	1:5.4	普兰霍尔
高寒草甸草原亚类	西藏沙棘+冻原白蒿	5.84	1:5.7	措勤达雄区
低位沼泽亚类	芒尖苔草	8.98	1:7.4	日土麻嘎藏布河边
	杉叶藻	9.82	1:5.5	日土麻嘎藏布河边
砂砾质荒漠亚类	灌木亚菊	7.66	1:4.6	日土热帮区

表3 碳氮型草地类型及其营养比

草地亚类名称	草地型名称	灰分	营养比例	采集地点
高寒草原亚类	小叶金露梅+青藏苔草	6.31	1:10.649	措勤江让区
	变色锦鸡儿+小叶金露梅+青藏苔草	5.18	1:8.995	普兰霍尔区
	青藏苔草	5.46	1:13.124	日土昂仓山界山达板

表 4 氮、氮碳-灰分型草地类型及其营养比

草地亚类名称	草 地 型 名 称	灰分	营养比	采集地点
低地盐渍化草甸亚类	小芦苇	14.74	1:5.0	日土县班公湖北岸乌江
	大芦苇	12.72	1:4.7	日土县班公湖老鼠岛
	赖草	10.00	1:3.6	日土县班公湖北岸乌江
低地高寒沼泽化草甸亚类	藏北嵩草	12.88	1:7.2	日土县甲冈乡
	藏北嵩草＋杂类草	10.36	1:4.5	措 勤
	扁穗草	15.17	1:5.3	日土多玛乡
高寒盐化草甸亚类	青藏苔草＋高山嵩草	12.68	1:5.1	噶尔札西岗区
高寒草甸草原亚类	四裂红景天＋羊茅状早熟禾	11.78	1:4.7	札达曲松区
	垫状点地梅＋耐寒委陵菜＋早熟禾	18.44	1:4.3	札达香孜区老子达坂
高寒草原亚类	紫花针茅＋轮叶棘豆	16.68	1:3.6	普兰巴噶区
	藏白蒿	12.84	1:6.3	札 达
	垫型蒿	10.07	1:7.8	普兰马攸木山口
砂砾质荒漠亚类	高原芥	16.10	1:3.9	噶尔(4 200 米)

三、主要科牧草营养特点

阿里地区草地建群种和主要伴生种分属 34 科，共 177 种。其中形成草地植被基本建群种的科是禾本科、莎草科、菊科、藜科、豆科、十字花科等植物种类。野外调查时将草地中 40 个主要型的优势种与主要伴生种植物分别采样，进行了化学分析，各科牧草物候期：禾本科主要处在花期或抽穗期、莎草科处在绿果期、菊科处在花期、豆科处在盛花期、藜科处在绿果期、十字花科处在绿果期。为了找出各科牧草营养特点，特将这些牧草营养成分按科汇总进行比较。如表 5。

表 5 不同科主要饲用植物营养成分

科 别	分析种数	占风干物质的 (%)						Ca	P	总营养物质 (%)
		水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分			
禾本科	15	5.324	12.000	2.854	28.300	42.924	8.598	0.634	0.1738	90.073
莎草科	14	5.603	9.670	2.278	28.960	45.316	8.163	0.738	0.1545	89.413
菊 科	8	7.311	10.608	3.531	24.295	43.921	10.334	1.129	0.1800	87.298
豆 科	8	5.981	13.703	2.084	26.006	37.296	15.020	1.202	0.2200	82.006
藜 科	4	6.433	12.653	1.755	31.523	35.636	12.000	0.830	0.1610	84.024
十字花科	1	6.700	15.700	2.800	22.500	36.200	16.100	2.520		81.120
平 均 值		6.225	12.389	2.550	26.931	40.216	11.703	1.176	0.1779	85.656

由表5可以看出，总营养物质的含量禾本科为90.073%，居首位，莎草科为89.413%，居第二位。菊科为87.298%、藜科为84.024%、豆科为82.006%，最低的是十字花科为81.120%。在风干物质中粗蛋白质的含量以十字花科与豆科牧草含量为最高，分别为15.700%，13.703%，其次是藜科与禾本科分别为12.653%，12.000%，最低是菊科与莎草科，分别为10.608%，9.670%；粗脂肪含量最高是菊科为3.531%，其次是禾本科与十字花科，分别为2.854%，2.800%，最低的分别是莎草科、豆科与藜科，分别为2.278%，2.084%，1.755%；无氮浸出物以莎草科最高，为45.316%，菊科与禾本科次之，分别为43.921%，42.924%，豆科、十字花科与藜科最低，分别为37.296%，36.200%，35.636%；粗纤维以藜科含量最高，为31.523%，其次是莎草科、禾本科与豆科分别为28.960%，28.300%，26.006%，最低是菊科与十字花科，分别为24.295%，22.500%；灰分的含量在高寒草原中，比其他任何一种营养成分更具有重要意义，十字花科和豆科灰分的含量最高，分别为16.100%，15.020%，其次是藜科、菊科，分别为12.000%，10.334%，最低的莎草科与禾本科，分别为8.163%，8.598%。在这里值得指出的是，莎草科与禾本科植物是阿里地区高寒草原中分布最广、面积最大的植物，尤其集中分布在改则、措勤等县。据西藏畜牧兽医队与阿里地区兽医站的调查指出，改则县、措勤县、革吉县以及那曲地区的一些县，每年都有成千上万的牲畜贪食草地死亡牛羊骨头，而被肉毒梭菌中毒而死亡，发病一般在6—7月份最高，通过牧草营养成分分析可以看出，这带牲畜致病死亡是与该草地灰分含量低，尤其是磷、钙的缺乏有直接关系。

四、草地类营养特点

按草地类分析草地营养，可以宏观地了解草地类总营养动态，为合理利用与改良草地提供科学依据。阿里草地共有8个大类，其中最主要和分布最广的有7类。现将主要的7大类草地的38个草地型群体营养成分按类进行汇总，并进行对比分析。如表6。

表6 草地类群体营养成分汇总

草地类	分析个数	占风干物质的 (%)						Ca	P	总营养物质 (%)
		水分	粗蛋白质	粗脂肪	粗纤维	无氮浸出物	灰分			
温性荒漠草原	3	7.316	11.910	1.690	21.466	47.507	7.100	0.8036	0.1740	87.939
高寒草原	17	7.495	12.384	1.874	23.051	46.169	9.024	0.8351	0.1473	86.104
温性荒漠	5	6.480	12.778	2.436	28.870	38.284	11.152	1.3227	0.1920	85.778
高寒荒漠	1	5.830	17.710	1.820	21.690	36.950	16.000	2.6349	0.1610	80.720
高寒草甸	7	6.827	12.014	1.785	21.737	46.047	11.545	0.6974	0.1457	84.082
低平地草甸	3	4.516	15.370	2.087	29.193	36.447	12.387	0.5345	0.1406	86.019
沼泽	2	5.660	11.460	1.810	11.765	59.965	9.400	0.8763	0.1450	87.474
平均值		6.303	13.375	1.929	22.968	44.481	10.944	1.1006	0.1579	85.445

由表6可以看出，总营养物质的含量温性荒漠草原为87.939%，居首位，沼泽为87.474%，居第二位，高寒草原、低平地草甸、温性荒漠、高寒草甸在86.104—84.082%之间，最低的是高寒荒漠为80.720%。在风干物质中，粗蛋白质含量以高寒荒漠、低平地草甸牧草含量最高，分别为17.710%，15.370%，其次为温性荒漠、高寒草原、高寒草甸，分别是12.778%，12.384%，12.014%，再次是温性荒漠草原和沼泽，分别为11.910%，11.460%；粗脂肪以温性荒漠与低平地草甸含量高，分别为2.436%，2.087%，其次是高寒草原、高寒荒漠、沼泽、高寒草甸和温性荒漠草原，它们的含量分别是1.874%，1.820%，1.810%，1.785%，最低的是温性荒漠草原，粗脂肪含量为1.690%；粗纤维以低平地草甸与温性荒漠含量最高，分别为29.193%，28.870%，其次是温性荒漠草原，高寒草原、高寒草甸、高寒荒漠，分别为24.466%，23.054%、21.737%，21.69%，最低的是沼泽地，为11.765%；无氮浸出物以沼泽含量最高，为59.965%，其次是温性荒漠草原、高寒草原、高寒草甸，分别为47.507%，46.169%，46.047%；最其次是温性荒漠、高寒荒漠、和低平地草甸，分别为38.284%，36.950%，36.447%；灰分以高寒荒漠含量最高，为16%，其次是低平地草甸与温性荒漠，含量分别为12.387%，11.152%，最低的是沼泽类、高寒草原类与温性荒漠草原类、含量分别为9.400%，9.024%，7.100%。

参考文献

[1] 中国科学院青藏高原综合科学考察队，西藏植被，科学出版社，1988。
[2] 中国科学院青藏高原综合科学考察队，西藏气候，科学出版社，1984。
[3] 中国科学院青藏高原综合科学考察队，西藏地貌，科学出版社，1983。
[4] 内蒙古锡林郭盟草原工作站编，锡林郭勒草地资源，1987。

新疆骆驼刺资源及其开发利用

刘晓云　热·阿迪拉

摘　要

骆驼刺是一种质地比较优良的豆科植物。在新疆境内有着广泛的分布。是新疆盐化低地草甸植被中具有代表性的植被类型之一。其草地总面积为1.73×10^6公顷，是新疆草地总面积的3.03%，盐化低地草甸总面积的26.94%。

骆驼刺的生境条件通常十分严酷，大气降水稀少，土壤极其干燥。但骆驼刺具有非常发达的根系，其植物体便依靠这些根系所获得的地下水来保证整个夏季干旱时期的水分供应，因而骆驼刺的分布一般总是与地下水密切相联系的。它对土壤基质要求不严，生态适应性比较强，可与多种生活型的植物共同构成群落，也可单独为优势种形成群落。

骆驼刺属(*Alhagi*)植物是多年生的直根性豆科木质化草本植物，广泛分布于新疆各地，是新疆盐化低地草甸植被的重要构成植物之一。由骆驼刺属植物为优势种或共优势种构成的植物群落类型丰富多样。新疆的骆驼刺草地总面积为1.73×10^6公顷，可利用面积为1.52×10^6公顷，是新疆草地总面积的3.03%，盐化低地草甸总面积的26.94%。

骆驼刺植物的叶、花、果实、刺和细枝条都富含营养物质，可与优良的禾本科牧草披碱草(*Elymus nutans*)等相媲美。如按每公顷生产700.0公斤干草来计算，那么，骆驼刺草地每年可提供近12亿公斤的干草，其理论载畜量为138.2万只羊单位。骆驼刺是荒漠、半荒漠地区一种宝贵的饲草植物，如果能够合理地开发利用这一植物资源，将会促进新疆畜牧业生产的向前发展。

骆驼刺还是一种良好的蜜源植物和药用植物。骆驼刺的花期可产出大量质地细腻、味道芳香的蜜糖，服用可治痢疾、腹痛等多种疾病。

一、骆驼刺的生态生物学特点

骆驼刺属是豆科中一个较小的属。据资料世界共有7个种，分布于亚洲、欧洲和北非的荒漠和半荒漠地区。苏联有5种。我国骆驼刺属有几种植物至今还未有统一的意见。《中国主要植物图说豆科》[3]和《中国高等植物图鉴》第二册[2]中都只记录了骆驼刺(*Alhagi pseudalhagi*)这一个种。《新疆植被及其利用》[1]则收录了(*Alhagi sparsifolia*)和(*A.kirghisorum*)2个种。根据作者的实地调查认为新疆骆驼刺属植物有2个种，即疏叶骆驼刺(*A.sparsifolia*)和骆驼刺。

疏叶骆驼刺植株高60—110厘米。各分枝从主茎上呈锐角伸出。有针刺，下部刺短、硬，上部刺长、细。叶卵圆形或长圆形。在新疆分布广泛，可生长在多种土壤基质上。

骆驼刺植株高20—30厘米。各分枝从主茎上呈钝角伸出。针刺长而硬。叶较稀少，圆形或卵圆形。分布于南疆和东疆局部地区。

骆驼刺属植物的根系非常发达，一般向下可扎到十几米甚至30多米的深处，因而，骆驼刺的根一般总是可以深入到地下水的深度，植物体依靠这些根来保证整个夏季干旱时期的水分供应，因而骆驼刺属植物在整个干旱的夏季一直进行着营养生长。骆驼刺属植物的生境比较恶劣，它们不仅可以忍受50℃的高温、长达100多天的连续日平均气温35℃以上和年降水量十分稀少(3.9—100毫米)、蒸发量却相当大(可为降水量的100多倍)的极端干旱，而且可以安全地渡过－35℃的寒冷冬季。

骆驼刺一般于4月底或5月初发芽，6—8月开花，7—9月结实。果实成熟后干枯的植株仍呈黄绿色，果实和大部分叶子则仍保持在植株上。

骆驼刺的种子具有坚硬的果皮，在自然状态下利用种子发芽产生新的植株几乎是不可能的。驼骆刺的自然繁殖主要靠营养繁殖来实现，由其水平根上的休眠芽形成地上绿色的幼株。

骆驼刺的再生性能很强。据作者在吐鲁番地区的实地调查，将疏叶骆驼刺齐地面割下70天后，割过的骆驼刺又重新生长出新的植株，高度为30厘米左右，植被盖度为30%左右，每公顷可产鲜草4 278.0公斤。而未经刈割的骆驼刺植株高度为60厘米左右，植被盖度50%左右，每公顷可产鲜草6 556.5公斤。加上刈割前骆驼刺的产草量，则割过地区疏叶骆驼刺的总产草量为每公顷8 453.25公斤，比未割地区的产草量提高了28.9%。由此可见，骆驼刺属植物的再生性能是很强的，合理的刈割不仅不破坏骆驼刺天然植被，而且还能够促进骆驼刺的更新，并且提高单位面积上的产草量。

二、新疆骆驼刺资源分布及生产力

1. 骆驼刺的分布

骆驼刺属的植物由于具有发达的根系保证了干旱时期植物对水分条件的需求，因而它的生态适应性很强。从生境条件来看，骆驼刺主要分布在平原荒漠和半荒漠地区、地下水深2—7米或更深的草甸盐土和残余盐化草甸土上。它还可在沙土、黄土、亚粘土和粘土上生长。对土壤基质要求不严，是盐化低地草甸植被的主要组成植物之一。

骆驼刺属植物在新疆境内有着广泛的分布。但主要集中分布于南疆塔里木河、孔雀河、克里雅河两岸冲积洪积平原和冲积洪积扇的中下部、东疆吐鲁番、哈密和七角井盆地。按地区来看，巴音郭楞蒙古自治州(简称巴州)骆驼刺草地面积最大，其次为阿克苏地区、哈密地区、喀什地区和吐鲁番地区等。阿尔泰地区则没有骆驼刺草地的分布(见表1)。

2. 骆驼刺草地的主要植被类型及生产力

骆驼刺属植物可为单一优势种而构成植物群落，也可与乔木、小乔木、灌木、半灌木、多汁木本盐柴类、多年生草本植物等共为优势种而构成植物群落。如以群丛组做为植被分类单位，则可将骆驼刺群落划分成为21个群落类型(见表2)。

由于生境条件的限制，由骆驼刺属植物为优势种或共优势种构成的群落中，植物的区

表 1 新疆各地州骆驼刺草地的分布*

地区、自治州	总面积（公顷）	可利用面积（公顷）	理论载畜量（万只羊单位）
巴音郭楞蒙古自治州(巴州)	825 799.87	663 826.0	59.367
阿克苏地区	312 300.0	295 480.0	29.54
哈密地区	185 331.0	184 035.5	14.272
喀什地区	155 289.3	143 494.67	14.262
吐鲁番地区	80 604.5	75 993.3	8.93
和田地区	46 406.67	46 020.0	5.23
博尔塔拉蒙古自治州(博州)	46 313.3	46 257.3	4.175
塔城地区	41 106.67	25 493.3	1.91
伊犁地区	21 850.0	20 393.3	1.929
克拉玛依地区	10 686.67	7 226.67	0.38
昌吉回族自治州(昌吉州)	8 053.3	8 053.3	0.46
克孜勒苏柯尔克孜自治州(克州)	267.53	267.53	0.0413

* 根据新疆各地州、县草场资源调查报告的资料汇编。

表 2 骆驼刺群落主要类型、生产力及分布地区*

群落类型名称	总面积(公顷)	可利用面积（公顷）	可食鲜草量（公斤/公顷）	主要分布地区
Populus euphratica—*Alhagi sparsifolia*	62 663.0	56 090.6	4 402.3	巴州、阿克苏
P.pruinosa+*Alhagi* sp.	20 776.0	20 776.0	1 334.3	喀 什
Elaeagnus oxycarpa—*Alhagi* sp.	267.5	267.5	2 254.5	喀 什
Haloxylon ammoderdron—*A. sparsifolia*	2 842.5	2 700.4	1 395.0	哈 密
Tamarix ramosissima—*Alhagi* sp.	690 492.3	560 608.9	2 202.7	喀什、阿克苏、巴州、和田、塔城
Lycium ruthenicum—*A.sparsifolia*	24 773.3	23 540.0	1 121.8	阿 克 苏
Halostachys belangeriana—*A.sparsifolia*	11 393.3	10 826.7	3 613.5	阿 克 苏
Halimodendron halodendron—*Alhagi* sp.	2 250.0	2 050.0	1 941.0	伊 犁
Kalidium sp.—*Alhagi* sp.	7 470.0	7 185.0	1 726.5	伊犁、昌吉
Halocnemum strobilaceum—*Alhagi* sp.	5 436.7	5 274.0	3 394.5	博 州
Alhagi sparsifolia	94 605.3	87 123.4	2 665.5	吐鲁番、阿克苏、巴州、喀什、和田等

（续表）

群落类型名称	总面积(公顷)	可利用面积(公顷)	可食鲜草量(公斤/公顷)	主要分布地区
Alhagi sp.+ *Phragmites communis*	647 601.4	576 572.4	3 207.9	巴州、哈密、吐鲁番、博州、和田、喀什等
Alhagi sp.+ *Karelinia caspica*	105 327.1	86 911.0	3 023.6	巴州、喀什、阿克苏、吐鲁番、塔城、和田
Alhagi sp.+*Salsola collina*	2 937.6	5 128.0	1 195.5	伊犁等
A.sparsifolia+ *Aeluropus litoralis*	275.0	275.0	2 370.0	喀什等
A.sparsifolia+ *Glycyrrhiza inflata*	9 925.0	8 802.5	5 661.0	巴州、哈密
A.sparsifolia+ *Scorzonera divaricata*	4 693.3	4 181.25	2 457.0	阿克苏等
A.sparsifolia+ *Apocynum venetum*	2 770.0	2 770.0	838.2	喀什
Achnatherum splendens+ *Alhagi* sp.	12 946.7	10 986.7	1 406.0	塔城、克拉玛依
Aristida pennata+ *Alhagi* sp.	9 050.0	8 597.5	591.0	伊犁
Plantago maritima+ *Alhagi* sp.	2 280.0	2 052.0	4 159.5	哈密等

*表中数据，利用了新疆各地、州、县草场资源调查报告的资料。

系组成十分简单，多者不足 10 种，少者只有 2—3 种。以分布比较集中、代表性强的吐鲁番地区托克逊县为例，7 个骆驼刺群落类型中共统计出 9 科 17 种植物，其中藜科植物最多，为 4 种，其次是豆科，3 种，禾本科、菊科、蒺藜科各 2 种，白花菜科、蓼科、柽柳科和茄科各有 1 种。

新疆各种骆驼刺群落类型中，多枝柽柳(*Tamarix ramosissima*)-骆驼刺(统称，含疏叶骆驼刺和骆驼刺 2 个种，下同)群落面积最大，其次为骆驼刺＋芦苇(*Phragmites communis*)植物群落，面积较大的还有骆驼刺＋花花柴(*Karelinia caspica*)、疏叶骆驼刺、黑果枸杞(*Lycium ruthenicum*)-疏叶骆驼刺、灰杨(*Populus pruinosa*)-疏叶骆驼刺等植物群落。这些植物群落的种类组成比较贫乏。但一些群落如胡杨(*P·euphratica*)、灰杨-疏叶骆驼刺群落的层片结构、空间结构则比较复杂，由乔木、灌木和多年生草本植物 3 个层片的植物为优势种和次优势种而构成。骆驼刺群落的植被盖度一般为 30—50%，最高达 70—80%，每公顷鲜草产量一般为 1 500—3 000 公斤左右，最高可达 6 000 甚至 10 000 多公斤。

多枝柽柳-骆驼刺群落广泛分布于南疆巴州、喀什、和田及阿克苏地区和东疆的哈密地区。总面积达 6.6×10^5 公顷。除多枝柽柳、骆驼刺两种优势种植物外，群落中还有多种次优势种植物如芦苇、花花柴、胀果甘草、盐穗木(*Halostachys belangeriana*)和大花罗布麻(*Apocynum hendersonii*)等。由这些次优势种植物可进一步将这一群落类型划分为多个群丛类型。这类群落类型的草地质量中等，每公顷可食鲜草产量由 1 500—4 000

公斤。

骆驼刺＋芦苇或芦苇＋骆驼刺植物群落分布很广。在巴州、哈密、吐鲁番、喀什、和田、博州、塔城、克拉玛依、阿克苏及昌吉州等地均有分布，总面积达 6.4×10^6公顷。草地质量较好，每公顷可食鲜草量为 2 500—3 500 公斤。

骆驼刺＋花花柴植物群落的分布也很广泛。在巴州、喀什、阿克苏、吐鲁番、和田、塔城及昌吉州都有它的分布。在一些群落中还有猪毛菜(*Salsola collina*)、芦苇等植物构成的次优势种植物。这一类型总面积为 1.05×10^5 公顷。草地质量中等，每公顷可食鲜草量为 2 000—3 500 公斤左右。

疏叶骆驼刺植物群落是由这一植物为单优势种构成的一个群落类型，它主要分布于南疆和东疆地区。这类群落植物种类组成极其贫乏，有时整个群落只有疏叶骆驼刺 1 种植物构成，群落总面积达 9.46×10^4 公顷。草地质量较好。每公顷可食鲜草产量差异很大，少者只有 1 500 多公斤，多者可达 10 000 多公斤。

胡杨-骆驼刺植物群落仅分布于巴州和阿克苏地区。群落由 3 个层次的植物构成。上层由胡杨，第二层由多枝柽柳，下层由疏叶骆驼刺构成。由于这类群落主要分布于河谷两侧、地下水位较高的地区，因而疏叶骆驼刺发育得很好，每公顷可食鲜草量较高，达 3 500—5 500 多公斤。群落总面积为 6.27×10^4 公顷。其他骆驼刺群落类型由于面积较小，分布局限于个别地区，这里不赘述了。

3. 骆驼刺产量的分布格局

在两种骆驼刺地上生物量的构成中，茎、叶、刺所占的比例是有所差异的。在 1 株疏叶骆驼刺的地上植株中，茎为全部重量的 62.3%，叶为 24.3%，刺为 13.4%。而骆驼刺地上植株中，茎占 48.6%，叶占 13.2%，刺占 38.2%。由此可见，在 1 株骆驼刺的地上植株中，叶所占的比例与疏叶骆驼刺相比为低，而刺所占的比例则大大提高。

1 株骆驼刺(统称)生长发育的各个阶段中，其茎、叶、刺在整株地上生物量中所占的比例是有一定变化的。以疏叶骆驼刺为例，在营养生长阶段，茎、刺所占的比例较高，进入花期后两者的比例有所下降，结实后又有所回升(见表 3)；而叶在生长前期其所占比例则是不断提高的，进入果期后由于部分叶子的枯萎其所占比例有所下降。

表 3　1 株疏叶骆驼刺地上植株中茎、叶、刺的重量(克)及所占百分比(%)

日期	物候	茎		叶		刺		花(果)	
		鲜重	百分比	鲜重	百分比	鲜重	百分比	鲜重	百分比
6月6日	营养期	25.45	63.5	8.6	21.5	6.0	15.0		
7月3日	花期	85.0	45.3	50.25	26.8	17.25	9.2	35.05	18.7
8月3日	花期	63.8	58.9	29.8	27.5	9.9	9.1	4.9	4.5
9月1日	果期	46.6	56.5	20.6	25.0	9.1	11.0	6.2	7.5

两种骆驼刺地上生物量的空间分配状况也是有所差异的。骆驼刺植株低矮，在其各个生长发育阶段中地上生物量均集中分布于 0—10 厘米范围内。疏叶骆驼刺植株较高大，在其生长前期地上生物量相对集中分布于 10—40 厘米 3 个层次内，随着它的进一步

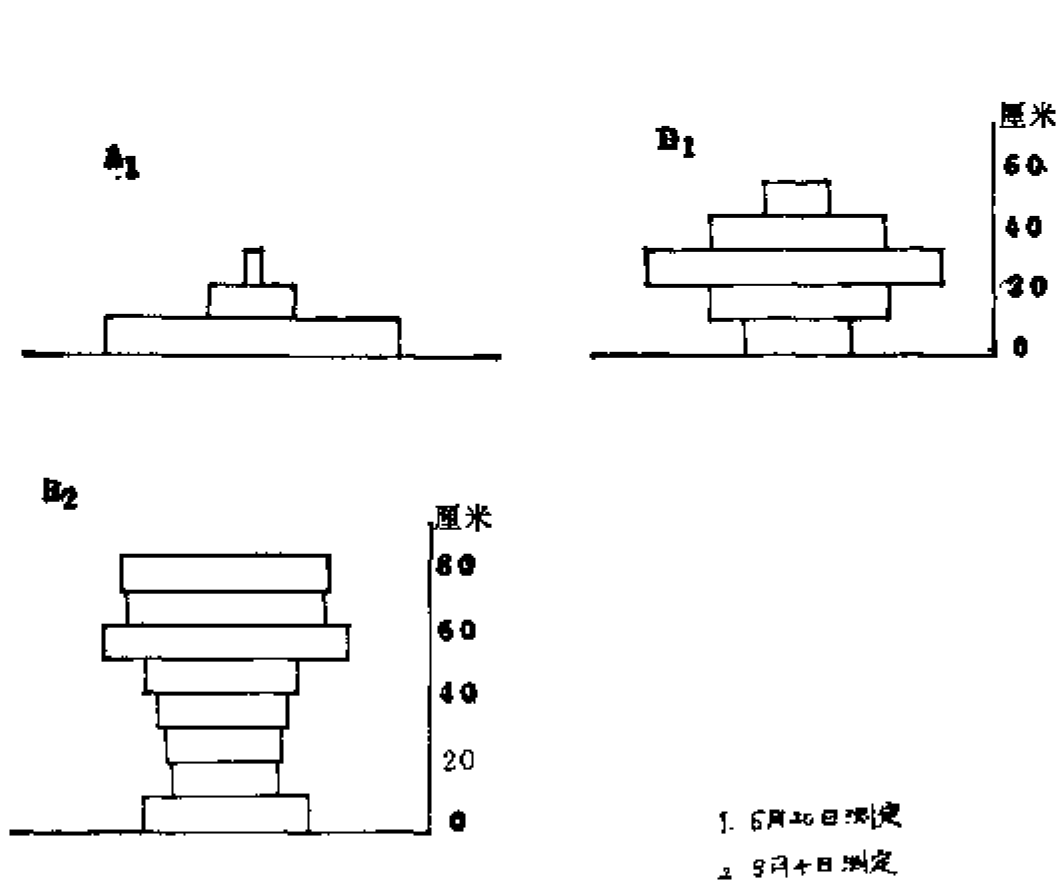


图 1 两种骆驼刺地上生物量的垂直分布
A. *Alhagi pseudalhagi* B. *A. sparsifolia*
1. 6 月20日测定 2. 9 月 4 日测定

生长，地上生物量在各个层次内的分配则趋于均匀（图 1），但茎、叶、刺、果的空间分配则有所差异（表 4）。

由表 4 可以看出，疏叶骆驼刺的茎在 0—80 厘米各个层次内的分配几乎是均匀的，但它在各层总重量中所占的比例则趋于下降，由0—10 厘米的 100% 下降到 70—80 厘米的 38.2%。叶分布于 30 厘米以上各层内，相对集中于 40—60 厘米，在这两层中所占比例较大。刺则分布于 20 厘米以上各层内，于 50—80 厘米 3 层内相对集中。果仅分布在 50—80 厘米 3 层中，在60—80厘米两层中所占比例较大（20.6—43.0%）。

表 4 1株疏叶骆驼刺地上生物量的茎、叶、刺、果分配及比例

株高（厘米）	总重（克）	茎		叶		刺		果	
		重	（%）	重	（%）	重	（%）	重	（%）
70—80	7.26	2.77	38.2	0.3	4.1	1.07	14.7	3.12	43.0
60—70	7.17	3.89	54.3	0.65	9.1	1.15	16.0	1.48	20.6
50—60	8.6	4.21	49.0	3.29	38.3	0.8	9.3	0.3	3.5
40—50	5.66	4.05	71.6	1.38	24.4	0.23	4.1	—	—
30—40	4.61	3.91	84.8	0.56	12.1	0.14	3.0	—	—
20—30	3.93	3.89	99.0	—	—	0.04	1.0	—	—
10—20	3.91	3.91	100.0	—	—	—	—	—	—
0—10	5.87	5.87	100.0	—	—	—	—	—	—

* 9 月 4 日测定.

三、骆驼刺资源的开发利用评价

1. 开发利用现状

骆驼刺做为一种优良的豆科牧草早已为人们所认识。但是由于它具有针刺，因而在自然状态下，除骆驼外其他家畜一般都不大好好地采食。有些地区的牧民将骆驼刺收割后晒制成干草，不经加工便饲喂牲畜，利用十分粗放。因骆驼刺燃烧时烟灰少，火力大，一

些当地人还将骆驼刺做为薪柴来利用，造成了这种植物资源的极大浪费。

骆驼刺生长环境条件十分恶劣，在这些地区一般浅根系的植物都难以生存，骆驼刺依靠其发达的根系得以在降水十分稀少但具一定地下水条件的地区良好地生长，形成一定的植被盖度，有效地降低了风对地面的侵蚀能力，因而骆驼刺还是一种良好的防风固沙植物。由于缺乏对骆驼刺属植物再生性能的认识，一些春秋两季风沙较大的地区便采取了保守的措施即禁止以任何方式对骆驼刺的砍伐来保护这一植物资源，以维护其生态效益，使得这一资源白白地浪费掉了。

2. 开发利用的意义

新疆的骆驼刺资源还是相当丰富的。骆驼刺群落类型丰富，分布很广，总面积达1.73×10^6公顷，可利用面积1.52×10^6公顷，理论载畜能力为138.2万只羊单位，是新疆盐化低地草甸植被的重要构成者之一。在一些地区如吐鲁番、巴州等这类草地在当地草地总面积中占有相当的比例，对当地畜牧业的发展起到相当重要的作用，因而合理地开发利用这一资源是十分必要的。

骆驼刺的叶、花、果实、刺和细枝条都富含营养物质。花期的骆驼刺营养成分中粗蛋白质含量为10.96，粗脂肪2.79，粗纤维22.99，无氮浸出物46.92，灰分7.23，钙1.32，磷0.13。由骆驼刺营养成分组成来看，虽然它的粗蛋白、粗脂肪含量相对于其他豆科牧草来说比较低，但它的无氮浸出物的含量则很高，因而仍为一种优良的豆科牧草。花期刈割的骆驼刺干草可与质地优良的禾本科牧草如垂穗披碱草、老芒麦等相媲美。骆驼刺的叶子在植株干枯后不易凋落，大部分保留在植株上，而干枯的植株仍呈黄绿色。因而无论是在新鲜状态下，还是做为粉碎的干草，骆驼刺属植物都不失为荒漠、半荒漠地区一种宝贵的饲用植物资源。

3. 开发利用方式

骆驼刺的适应性很强，对土壤基质要求不严，在有一定地下水条件的地区，骆驼刺便可良好地生长。在自然状态下，骆驼刺主要是靠营养繁殖来形成地上新的植株的，因而，骆驼刺属植物的再生性能很强。合理的采伐不仅不破坏这一植物资源导致风沙对土壤侵蚀的增强，而且能够促进这一植物资源的更新，并提高单位面积上的产草量。

由于骆驼刺的生境条件比较严酷，一般浅根系的植物都难以生存，群落中植物种类很少，但却保证了草场草的质量。

在1株骆驼刺地上植株中，针刺占相当的比例(10—30%)，在自然状态下，除幼嫩的植株外，一般家畜都不大好好采食这种比较粗劣的豆科牧草。但是如果将它刈割下来，粉碎加工成干饲料，则能使各种家畜充分利用这一牧草，从而缓解了新疆冬季饲草的供应不足。据我们在吐鲁番地区托克逊县办的加工厂的试验来看，100公斤的骆驼刺粉大约相当于62公斤玉米的消化能。加工制作后的饲料，牛、羊、马、鸡、猪、鱼等都喜食，并具有很好的经济效益。

疏叶骆驼刺的分布广泛，植丛高大。其地上生物量的空间分配比较均匀；而骆驼刺的分布范围较小，植丛低矮，地上生物量主要集中于0—10厘米范围内，为获得一定的产草量和维护骆驼刺植物的再生能力，应于地上5厘米处刈割骆驼刺植株。考虑到骆驼刺防风

固沙效益和牧草的品质，应于风和日丽的夏季——6月中下旬对骆驼刺属植物进行刈割。此时正值骆驼刺的开花季节，营养价值较高，并有充足的时间以利骆驼刺植被的恢复。秋季当风沙来临时，植被已基本恢复，形成了一定的盖度，具有一定的防风固沙能力了。

参 考 文 献

[1] 中国科学院新疆综合考察队，新疆植被及其利用，科学出版社，1978.

[2] 中国科学院植物研究所主编，中国高等植物图鉴 第二册，科学出版社，1974.

[3] 中国科学院植物研究所，中国主要植物图说 豆科，科学出版社，1955.

[4] Л.М.Клейменова, Пролемы освоения цустынь Ио.4., 62—64. 1984.

早春短命植物营养器官解剖学的研究*

杨　戈

摘　要

本文对19种早春短命植物的营养器官进行了解剖学观察，它们是罂粟科的元胡、小花角茴香，十字花科的荒漠庭芥、抱茎独行菜、涩荠、四齿芥，豆科的葫芦巴，牻牛苗科的长喙牻牛儿苗，蒺藜科的速生霸王，大戟科的大戟，伞形科的新疆阿魏，玄参科的弯果婆婆纳，菊科的金钮扣、鸦葱，禾木科的旱雀麦、双齿稃草，百合科的林生顶冰花、郁金香及石蒜科的鸢尾蒜等。

观察结果表明，虽然在一些种内也具有某些旱性结构，但从总体上看这些植物仍属于中生植物，它们对干旱的适应主要是利用春季较好的水热条件，迅速完成其营养周期，在夏季酷暑到来以前枯死或倒苗进入休眠状态。从本质上看，短命与类短命植物无大差异；19种植物，除新疆阿魏外，皆为浅根系植物。此点也与它们短的营养周期相一致，可充分利用存留于土壤表层的春季冰雪融水及降水，完成其生活史；多种类短命植物具储存器官，如块根、块茎、鳞茎、肉质根等，内具大量储存物，为植物体休眠以后迅速生长提供了物质基础，也为人类开发利用早春植物提供了广泛的途径。

早春短命植物包括一年生短命植物与多年生类短命植物。主要分布在中亚。我国以伊犁、塔城地区为主，多生于荒漠及草原上。春季，它们利用生境内良好的水热条件，迅速萌发生长，在较湿润的年份内能形成明显的层片，成为一些地区早春草场的主要成分，在最缺草的季节内为牲畜提供了营养丰富的新鲜牧草，是这些地区发展牧业生产的一类重要牧草资源。一些早春短命植物还具有其他重要经济意义，如贝母、元胡、阿魏等是传统中药材；郁金香、鸢尾蒜等具观赏价值，为野生花卉资源。夏季酷暑到来之前，它们在较短的时间内开花、结果，完成其生活史。

多年来，人们对早春短命植物区系及其在植被组成中的作用进行了研究。我国对此类植物的系统研究至今不多，从细胞形态学角度的研究更少见报道。本文以19种早春短命植物为材料，对其营养器官进行了解剖学观察，以探讨它们的内部结构及某些生物学特征，供同行们在深入研究时参考。

一、材 料 与 方 法

本文所用材料的名称与科别如表1所示。

* 国家自然科学基金资助项目。

王常贵、尹林克、王烨等同志分别参加了一些种的制片工作，张佃民、毛祖美两位先生在成文过程中给予了多方面的帮助，一并致谢。

表 1　所用材料名称及科别

序号	中文名称	科　别	拉　丁　名
1	元　胡	罂粟科	*Corydalis glaucescens* Rgl.
2	小花角茴香	罂粟科	*Hypecoum Parviflorum* Kar. et. Kir.
3	荒漠庭荠	十字花科	*Alyssum desertorum* Stapf.
4	抱茎独行菜	十字花科	*Lepidium perfoliatum* L.
5	涩荠	十字花科	*Malcolmia africana* (L.)R. Br.
6	四齿芥	十字花科	*Tetracme quadricornis* (Steph.)Bunge
7	葫卢巴	豆　科	*Trigonella arcuata* C.A.Mey.
8	长喙牻牛儿苗	牻牛儿苗科	*Erodium hoefftianum* C.A.Mey.
9	速生霸王	蒺藜科	*Zygophyllum lehmannianum* Bge.
10	圆根大戟	大戟科	*Euphorbia rapulum* Kar.
11	新疆阿魏	伞形科	*Ferula sinkiangensis* K.M.Shen.
12	弯果婆婆纳	玄参科	*Veronica camphylopoda* Boiss.
13	金钮扣	菊　科	*Cancrinia discoides* (Ledeb.) Poljak.
14	鸦　葱	菊　科	*Scorzonera pusilla* Pall.
15	旱雀麦	禾本科	*Bromus tectorum* L.
16	双齿俘草	禾本科	*Schismus arabicus* Nees.
17	林生顶冰花	百合科	*Gagea filiformis* (Ledeb.) Kunth.
18	伊犁郁金香	百合科	*Tulipa iliensis* Regel
19	鸢尾蒜	石蒜科	*Ixiolirion tataricum* (Pall.) Roem. et Schult.

以上材料分别采自新疆维吾尔自治区伊宁、精河、乌苏、石河子、沙湾、玛纳斯、乌鲁木齐、阜康、奎屯、塔城等县市。在采集地取茎、叶和根(及其他地下部分，如：块根、块茎、鳞茎等)，切成 0.5 厘米小段，以F.A.A.固定液固定，并抽去组织内的空气，记录生境条件。在实验室内，材料经冲洗、脱水、浸蜡、包埋各步处理，制成 5 —10微米厚的石蜡切片。以番红-固绿行二重染色。封片后，在光学显微镜下对每种植物的营养器官进行观察并予以解剖学描述，最后进行分析对比。

二、观 察 结 果

在所观察的 19 种植物中，元胡和小花角茴香属罂粟科。这里以元胡为例予以描述。

1. 元胡

系紫堇属植物，多年生草本 多生于荒漠和低山带灌丛中。

茎　　单层细胞构成表皮。其以内为排列紧密、形状不规则的皮层细胞，这类薄壁细胞一直分布至茎的中心部分。维管系统成三大束分布在皮层内，每束由木质部与韧皮部组成，木质部导管腔较大，韧皮部内有筛管与伴胞之分，为外韧型维管束。茎的中心部分由髓薄壁细胞充满。

叶　　单层细胞构成的上、下表皮，皆具气孔，下表皮气孔数多于上表皮。上表皮以内为 3 — 4 层栅栏组织细胞，内具较大的叶绿体粒，细胞排列较规则，但不甚紧密，下表皮以内为多层海绵组织细胞，排列极不规则，形状及大小也各异，维管束成单列排于叶肉的中心部位，中心维管束不明显。

块根　双层细胞构成的表皮，细胞排列紧密，外壁加厚且革质化。其以内为体积较大的薄壁细胞，且越靠近中心部位体积越大，细胞内有大量的淀粉类物质堆积，具明显的细胞间隙。四束维管束分布在皮层内，排列成矩形，每束由木质部与韧皮部组成，两部分中皆有大量的薄壁细胞，内亦具大量淀粉类物质。块根的中心部分也由体积较大的、形状不规则的薄壁细胞所充满。

2. 小花角茴香

为角茴香属植物，一年生草本，多生于平原荒漠及低山石坡。其内部结构多与元胡相似，茎表皮以内为多层薄壁细胞构成的皮层，内有乳汁管分布。叶内海绵组织细胞不甚发达，在靠下表皮处有1—3层薄壁细胞分布，有乳汁管分布于其中。根中具次生生长，但不甚强烈，次生木质部占据根的很大部分，导管腔大小差异悬殊，导管与导管间具薄壁细胞构成的射线。

19种植物中，十字花科共有4种，它们是：荒漠庭芥、抱茎独行菜、涩荠和四齿芥。这里以荒漠庭芥为例予以描述并与其他3种对比。

3. 荒漠庭芥

系庭芥属植物，一年生草本，多生于砾石戈壁、荒野、路边、宅旁。

茎　单细胞构成的表皮，细胞较小，排列紧密。皮层细胞3—4层，为不规则椭圆形，排列紧密。维管组织排列成连续的一周，内具大量的纤维组织，导管腔较大，韧皮部内有筛管与伴胞之分。输导组织以内是由薄壁细胞构成的髓，细胞体积较大，形状不规则，排列不甚紧密，有明显的细胞间隙。

叶　单层细胞构成的表皮，无角质层，具气孔，下具气室，有些表皮细胞向外延伸形成腺状毛。上、下表皮以内，为排列松散的栅栏组织细胞，上面3—4层，下面2—3层，其间有海绵组织细胞分布，两种叶肉细胞内皆富叶绿体，行光合作用，细胞间隙较大。维管束平行排列于叶肉组织中，中心维管束及旁边较大的维管束外具单层薄壁细胞构成的维管束鞘，大的维管束由木质部与韧皮部组成。

根　单层细胞构成的表皮，常随次生生长而破损。皮层由6—7层薄壁细胞构成，体积较小，在根中所占比例甚小。由次生生长形成的次生木质部导管在根中占比例甚大，管腔大小差异明显。另外，次生生长分化出大量的、发达的纤维组织，即木质部纤维与韧皮部纤维，它们的壁甚厚，腔甚小，多排成列，再由列组成整齐的簇。根中有射线分布。原生木质部占据了根的中心部位。

其他3种十字花科植物茎的结构如表2所示。

表2　4种十字花科植物茎内部结构的比较

序号	植物名称	表皮	角质层	毛	皮层细胞	维管束排列	髓
4	抱茎独行菜	单层	有	—	5—6层	不连续排成一圈	发达
3	荒漠庭芥	单层	—	—	3—4层	排列成一周	发达
5	涩荠	单层	—	有、不分叉	10—12层	不连续一周	发达
6	四齿芥	单层	—	有、分叉	5—6层	不连续一周	发达

其他3种十字花科植物叶内部结构与荒漠庭芥比较，如表3所示。

表 3 4种十字科植物叶内部结构的比较

序号	植物名称	表皮	角质层	气孔	毛	叶肉细胞	中心维管束
4	抱茎独行菜	单层	—	有，具气室	有，无叉	几乎皆为栅栏组织细胞	不明显
3	荒漠庭芥	单层	—	有，具气室	有，无分叉	有栅栏、海绵组织之分，前者发达	明 显
5	涩荠	单层	—	有，具气室	有，无分叉	有栅栏、海绵组织之分，两者皆发达	明 显
6	四齿芥	单层	—	有，具气室	有，分叉	上、下表皮内各4—5层栅栏组织细胞	明 显

其它3种十字花科植物的根，内部结构与荒漠庭芥大致相似，皆为双子叶草本植物典型根的结构。具次生生长，但不强烈。在穿叶独行菜的根中发现木栓形成层活动而形成的木栓层，由4—5层排列紧密的窄矩形栓质化的细胞组成。

7. 葫芦巴

系豆科葫芦巴属植物，一年生草本，多生于平原荒漠及前山干山坡。

茎　单层细胞构成的表皮，有角质层及单细胞毛，细胞排列紧密。表皮以内为多层薄壁细胞构成的皮层，组成皮层的细胞大小、形状皆有较大的差异，紧靠表皮的3—4层细胞体积较小，内具叶绿体，行部分光合作用，内部的皮层细胞体积较大，形状变化也较明显，排列上也较外面的紧密，只具小的细胞间隙。维管束系统不发达，成5束均匀地分布在皮层以内，束间由大的薄壁细胞隔开，木质部导管较小，管壁薄。髓发达，占据茎的很大部分。

叶　单层细胞构成的表皮，具角质层，细胞体积较大，形状不规则，具气孔，下有气室。表皮以内的叶肉细胞皆为栅栏组织状排列，内具大量叶绿体，细胞排列疏松，间隙较大。维管束平行排列成一行，分布于叶肉组织中部，具中心维管束，由木质部与韧皮部组成。

根　葫芦巴根系不发达，结构上与一般草本双子叶植物相同，具不太强烈的次生生长，次生木质部占较大比例。和其他豆科植物一样，其根系上常有根瘤。

8. 长喙牻牛儿苗

系牻牛儿苗科牻牛儿苗属植物，多年生草本，多生于平原荒漠、路边、林缘。

茎　双层细胞构成的表皮，无角质层，细胞体积小，形状不规则，排列紧密。表皮内为5—8层形状极不规则的薄壁细胞构成的皮层，细胞排列紧密，一些呈镶嵌状。维管组织分布于皮层之中，分成3束，每束由木质部与韧皮部组成，每束外有2—3层薄壁细胞构成的中柱鞘，该种薄壁细胞体积甚小，且排列紧密。束与束之间由较大的薄壁细胞隔开，维管组织以内直至茎的中心部位充满了髓薄壁细胞。

叶　单层细胞构成的表皮，具角质层，上、下表皮皆具气孔，表皮细胞排列紧密。表皮以内为1—2层栅栏组织细胞，体积较大，内具叶绿体，细胞排列松散，呈散生状，有较大的细胞间隙。其以内为散生状的海绵组织细胞，亦含丰富的叶绿体，具较大的细胞间隙。

维管束排成单列，中心维管束不明显，靠叶的两端各有一较大的维管束，由木质部与韧皮部组成，韧皮部内有筛管与伴胞之分。

块根　原生的表皮由于木栓形成层的活动而解体，脱落。块根最外层为3—4层木栓细胞组成的木栓层，且革质化，易破碎。其以内为大量的薄壁细胞，一直分布至块根的中心部位，细胞内有大量的淀粉类物质沉积，成为储存细胞。不发达的输导组织零星地分布于储存组织内，其木质部导管腔甚小。

9. 速生霸王

系蒺藜科霸王属植物，一年生草本，多生于平原荒漠、砾质或沙质土壤上。

根　单层细胞构成的表皮，以内为3—4层形状不规则的薄壁细胞构成的皮层。根的次生生长较早，次生部分占据根内的极大比例。次生木质部导管发达，管腔大，壁厚，但大小不一。根的中心部位由初生木质部充满。次生木质部外为韧皮部及形成层产生的众多的韧皮纤维。

茎　单层细胞构成的表皮，细胞小，排列紧密，外具角质层，具少量的气孔。表皮内分布有2—3层类栅栏组织细胞，这些细胞与表皮呈垂直方向排列，形状介于栅栏细胞与海绵细胞之间，内具叶绿体，可行光合作用。其内为3—5层体积较大的薄壁细胞，具浓厚的细胞质，其中一些细胞内含叶绿体。维管束在皮层以内排成连续的一周，外韧型，木质部导管不发达，在与韧皮部相对的位置上分布有成簇的纤维组织，簇间由薄壁细胞相隔。茎中心充满体积较大的髓细胞。

叶　单层细胞的表皮外具薄的角质层，上、下表皮皆具气孔，表皮细胞为窄长矩形，排列紧密。叶肉细胞全部为栅栏组织细胞，排列疏松，具较大的间隙。维管束单列于叶肉中，中心维管束不明显，维管系统极不发达，在叶中所占比例甚小。

10. 圆根大戟

系大戟科大戟属植物，多年生草本，多生于荒漠及草原。

茎　双层细胞构成的表皮，细胞形状不规则，外具薄的角质层。其以内为多层细胞构成的皮层，可达18层之多，细胞体积小，形状不规则，排列紧密，有些呈镶嵌状，内有乳汁管分布。维管束不连续地在皮层内排成一圈，不发达。茎的中心部分由形状不规则的髓细胞充满，易解体。

此种尚有块茎存在，其外是由3—4层木栓细胞组成的木栓层。以内全部为形状不规则的薄壁细胞，内含大量的淀粉类物质，成为储存组织，其细胞排列紧密，呈镶嵌状，体积较大。少量次生输导组织散布于储存组织中，导管腔小，壁薄。

叶　上、下表皮皆由单层细胞构成，具薄的角质层，具气孔。上表皮以内为1—2层窄长的栅栏组织细胞，下表皮以内为多层排列不规则的海绵组织细胞，两者在叶中所占比例相等，且皆具丰富的叶绿体。维管束成单列分布于叶肉的中心部位，中心维管束不明显。

根　表皮解体，最外为4—5层细胞的木栓层，其内为8—9层薄壁细胞构成的皮层，细胞为窄矩形，排列整齐，内有淀粉类物质堆积。次生的输导组织不甚发达，次生木质部导管成单列或双列分布在薄壁组织中，周围皆是体积较大的薄壁细胞，其一直分布至根

的中心，内亦具淀粉粒，其间有乳汁管分布。

11. 新疆阿魏

系伞形科阿魏属植物，多年生草本，产伊宁县，多生于砾石、粘质土壤和石质山坡。

根　最外为多层木栓细胞构成的木栓层，其以内为3—4层薄壁细胞组成的皮层。维管束呈不规则的多元型，韧皮部居伸出的木质部之间，两者皆具次生结构，木质部与韧皮部内皆有发达的纤维组织。在皮层与韧皮部内，分布有树脂道，由分泌细胞组成。

茎　单层细胞的表皮，具单细胞毛。茎具肋，由厚壁细胞组成。维管束散生，由基本组织分隔成孤立状态，无次生生长，从皮层到中心髓部皆有大量的树脂道分布，比根中的树脂道大，构成树脂道的分泌细胞较多。

叶　单层细胞的表皮，具角质层及单细胞毛，下表皮具气孔。叶肉细胞有栅栏组织与海绵组织细胞之分，且前者比后者在叶中所占比例大。维管束由木质部与韧皮部组成，靠韧皮部处有少量树脂道分布。

12. 弯果婆婆纳

系玄参科婆婆纳属植物，一年生草本，多生于低山或山前草原及荒漠中。

根　表皮细胞在次生生长过程中多破损。其以内为2—3层窄矩形薄壁细胞构成的皮层，其在根中所占比例甚小，细胞排列紧密。根的主要部分为次生木质部，一直分布到根的近中心部分，与初生木质部靠近，具发达的导管。韧皮部在木质部外形成连续的一周。

茎　表皮由单层细胞构成，细胞体积小，排列紧密。其以内为皮层，由4—5层薄壁细胞组成，细胞为不规则圆形，排列紧密。维管组织发达，次生木质部导管与表皮呈垂直方向排成多列，韧皮部内有2—3层排列紧密的韧皮纤维，整个输导组织在茎中成连续的一周。维管束以内是髓，靠最中心部分的髓薄壁细胞易解体。

叶　单层细胞构成的上、下表皮，无角质层，细胞形状大小皆不规则，两表皮皆具气孔。几乎全部叶肉细胞呈栅栏组织状排列，内具大量叶绿体，排列松散，有较大的间隙。维管组织不发达，维管束在叶肉组织中心部位排成单列，中心维管束不明显。

所观察的植物中，菊科共2种，它们是：13.金钮扣及14.鸦葱。这里以金钮扣为例予以描述。

13. 金钮扣

系小甘菊蒿属植物，一年生草本，多生于荒漠平原，砾质戈壁。

茎　单层细胞构成的表皮，细胞体积较小，内多具结晶状物、无角质层，一些表皮细胞外壁向外延伸形成单细胞的腺状毛。表皮以内为6—7层薄壁细胞构成的皮层，多数皮层细胞具内含物且着色较深，体积由外向里渐大。输导组织在皮层内排成连续的一周，次生木质部导管发达，束间及次生木质部内具大量的纤维。髓占据茎中的极大部分，细胞多为圆形，其中一些具内含物。

叶　单层细胞构成的表皮，细胞体积小，排列紧密，上、下表皮皆具气孔，有气室，一些表皮细胞体积较大，向外凸出具尖嘴形开口，成为腺体，有分泌功能。上、下表皮以内各有2层栅栏组织细胞，内富叶绿体，其以内各有1层体积较小的薄壁细胞，内含丰富的胶

体，着色极深。维管束平行排列于叶肉的中心部位，具明显的中心维管束，外有由单层薄壁细胞构成的维管束鞘。

根　表皮多破损，其以内为7层排列紧密，窄矩形薄壁细胞组成的皮层。次生木质部占据了根的极大部分，其导管大小差异悬殊，次生输导组织中具发达的纤维，多分布于次生木质部及韧皮部以外。

14. 鸦葱

茎叶表皮外亦无角质层，叶内具栅栏组织与海绵组织两类叶肉细胞，具中心维管束但外无明显的维管束鞘。根肉质化，周皮以内为多层形状不规则的薄壁细胞，内有大量代谢产物堆积，成为储存细胞。

所观察的植物中，禾本科共2种，它们是：15.旱雀麦及16.双齿稃草，以后者为例予以描述。

16. 双齿稃草

系禾本科齿稃草属植物，一年生矮小草本，多生于山地草原及戈壁。

根　单层细胞的表皮及皮层极易破损。输导组织外具单层细胞组成的中柱鞘，有明显的凯氏加厚，初生木质部导管发达，管腔大，周围有纤维组织分布，韧皮部中多为筛管，亦有少量纤维分布。与其他单子叶植物一样，根中无次生生长。

茎　单层细胞的表皮，细胞体积小，排列紧密，外具角质层。其以内为3—4层厚壁组织形成的纤维，排成连续的一周，是茎的主要成分。维管束排成单列的一周，不连续，内具发达的木质部导管。髓占据了茎的极大部分，靠中心部位的髓细胞体积较大，易解体，使茎成中空。

叶　上、下表皮皆为单层细胞组成，具气孔，上表皮细胞体积小、圆形、排列紧，外壁硅质化；下表皮形状不规则，具大型运动细胞，无硅质层。叶肉细胞无栅栏与海绵组织之分，布满全叶，富含叶绿体。维管束平行排成一列，位于叶肉的中心部位，每束由木质部与韧皮部组成。

旱雀麦的茎内部结构与齿稃草相似，维管束亦成单周排列，也具较发达的髓。根中也无次生生长。叶中有肋，每肋下分布一维管束，束与束再平行排成列，肋内与维管束相对的位置处充满了厚壁组织细胞。

所用材料中17.林生顶冰花与18.伊犁郁金香为百合科植物。以伊犁郁金香为例予以描述。

18. 伊犁郁金香

为郁金香属植物，多年生草本。多生于荒漠平原及砾石坡地。

茎　单层细胞构成表皮，细胞形状不规则，体积小，排列紧密，无角质层。表皮以内的整个茎中充满薄壁细胞，形状、大小皆不规则，排列紧密，成镶嵌状。维管束散生于薄壁组织内，每束由木质部与韧皮部组成，无次生生长。

叶　单层细胞的表皮，无角质层，具气孔，叶肉细胞有栅栏组织与海绵组织之分，维管束平行排列于叶肉组织的中心部位，每束亦由木质部与韧皮部组成。

郁金香具鳞茎，其主要组成成分为体积大小不同、形状各异的薄壁组织细胞，内有大量淀粉类物质堆积，成为储存细胞。其以外由单层体积较小、排列紧密的薄壁细胞构成的一周，此周细胞在结构与功能上似表皮。最外为多层死的、革质化的周皮，极易脱落，呈棕黑色。有1—2束不发达的维管束分布在储存组织中。

顶冰花与郁金香的根皆无次生生长。前者茎的结构与后者相似，但木质部导管发达，管腔较大。鳞茎内构成储存组织的细胞较小，排列紧密。维管束亦不甚发达，但在鳞茎中心部位排列成一周。

19. 鸢尾蒜

系石蒜科鸢尾蒜属植物，多年生草本，多生于蒿属荒漠或耕地。

茎　单层细胞构成的表皮，无角质层，细胞体积小，排列紧密。表皮以内直至茎的中心部位皆为薄壁细胞，其靠表皮处排列疏松，具较大的间隙，往内则排列紧密。维管束散生于薄壁组织内，但多集中于茎的中心部位，且排成不规则的一圈，其他部位也有零星的维管束分布。较大的维管束内有少量纤维分布。

叶　单层细胞的上、下表皮皆具气孔，有气室，外有角质层。上表皮以内为1—2层栅栏组织细胞，排列疏松，具较大的间隙。再内直至下表皮处分布有多层海绵组织细胞，排列较紧密。两种叶肉细胞皆富叶绿体。维管束平行排列于叶肉组织中部，具一较大的中心维管束，内有纤维分布，具维管束鞘，构成维管束鞘的细胞大小、形状皆不规则。

鳞茎　主要成分为薄壁的储存组织细胞，充满整个鳞茎，内有大量淀粉类物质堆积。维管束散生于储存组织内，各束走向不同。鳞茎最外为多层死的革质化的周皮，易脱落。

三、结论与讨论

(1) 所观察的19种植物皆为草本，它们的营养器官内部结构从总的看属中生性结构。其茎、叶表皮多为单层，无角质层或仅有较薄的角质层，多数无毛，少量种具单细胞毛，气孔皆不下陷。多数植物的叶肉组织分栅栏组织与海绵组织，两者比例多不悬殊。多数种内的输导组织不甚发达。少有适应干旱的特殊结构。可见，早春植物对干旱环境的适应，主要不是通过内部结构的特化，而是利用其特殊的生活周期来完成的。它们充分利用早春季节生境的水热条件，迅速萌发、生长、开花、结果，在夏季酷暑干旱到来以前枯死或者地上部分"倒苗"，利用地下部分转入休眠。

(2) 从所观察的植物看，它们的根系除个别种外(如：阿魏)，大都属浅根系。虽然在双子叶草本植物中，根有次生生长，但表现得很不强烈。这种浅根系适于利用土壤表层水。早春冰雪融化，大地解冻，土壤内表层水分充足，多数早春植物就在这样的水背景下，迅速完成其生活史。它们无须和其他旱生植物一样，将根扎至接近地下水的深度。从根系角度看，一年生短命植物与多年生类短命植物无本质差别。

综上可见，一年生短命植物与多年生类短命植物，在根、茎、叶的结构上，适应干旱环境的机制上，皆无本质差异。两者在渡过干旱酷暑的方式上有所差别，前者完全枯死以种子形式休眠，后者在盛夏来临以前则是"倒苗"，除种子外还利用地下部分，如：根、根茎、

肉质根、鳞茎、块茎、块根等完成休眠。

(3) 对生态环境长期适应的结果，使一些早春短命植物也具有了某些旱性结构。如：抱茎独行菜、葫芦巴、速生霸王、圆根大戟等植物茎、叶表皮外具角质层。鸦葱、速生霸王等植物叶中，栅栏组织发达。在速生霸王的茎中有栅栏组织或具叶绿体的薄壁细胞分布，可行光合作用。前者茎上还有少量的气孔，表现出叶的特征。所有这些都是对于旱环境适应的结果。但这些特征多是单方面的，从每种植物总体上看，不足以改变其中生的性质。

(4) 从所观察的材料看，不少类短命植物具有储存器官，可分为：块根，如：元胡、太阳花；块茎，如：圆根大戟；鳞茎，如：郁金香、林生顶冰花、鸢尾蒜；肉质根，如：鸦葱、阿魏等。这些储存组织的主要成分为大小不等的薄壁细胞，其内有大量的淀粉类或其他物质的堆积。此外，在阿魏体内遍布树脂道，由分泌细胞不断地向外分泌树脂类物质。圆根大戟、鸦葱等植物体内，分布有乳汁管，内充白色乳汁。这些特殊物质的产生与积累，为植物体休眠以后在早春内迅速生长提供了物质基础，也为人类开发利用早春植物提供了广泛的途径。

参 考 文 献

[1] 中国科学院综合考察队，1978，新疆植被及其利用，科学出版社，95。

[2] 张立运，1985，新疆莫索湾地区短命植物的初步研究，植物生态学与地植物学丛刊，19(3)：213—221。

[3] 伊稍，K.(李正理译)，1973，种子植物解剖学，上海人民出版社。

[4] 尤纳托夫，A.A.1959，论新疆维吾尔自治区植被的某些生态地理规律，新疆维吾尔自治区的自然条件(论文集)，科学出版社。

[5] Motcalfe and Chalk, 1957, Anatomy of the dicotyledons. Oxford.

人工种植麻黄生物碱含量变化规律的研究*

程 争 鸣

摘　　要

本文对人工种植麻黄生物碱的含量变化作了较系统地测定及分析。根据测定结果所得出的生物碱含量变化曲线，确定麻黄的最佳采收期应在7—8月间进行，为麻黄的采收及工业生产提供了依据。

麻黄是一种常用的中草药，具有发汗、平喘、祛风等作用。虽然我国麻黄种类较多，但作为药用的麻黄主要是草麻黄(*Ephedra sinica*)、木贼麻黄(*E. equisetina*)和中麻黄(*E. intermedia*)。它们含有多种生物碱成分，已知的主要生物碱成分是左旋麻黄碱(L-ephedrine)、右旋麻黄碱(D-ephedrine)、甲基麻黄碱、甲基伪麻黄碱、去甲麻黄碱、去甲伪麻黄碱6种[1]。目前广泛使用的仅是右旋麻黄碱和左旋麻黄碱。

新疆麻黄资源较为丰富，目前新疆作为药用的麻黄是木贼麻黄、蓝麻黄和中麻黄，而且右旋麻黄素含量较高，经济效益也好，因此各地纷纷建厂。据统计，已投入生产的厂家就达8个，年消耗麻黄近60 000吨左右。这样采挖下去的话，不要几年新疆的麻黄资源就有枯竭的可能。据报道，新疆麻黄草经过含量测定，具有工业生产价值的可利用量仅为蕴藏量的1/3，加之不合理的采挖，不但破坏了草场，而且荒漠植被也受到严重危害。因此，开展麻黄的人工栽培，逐步由种植代替野生资源势在必行。但人工栽培麻黄的生物碱含量的动态变化目前未见到有完整的资料报道，为了搞清它的含量变化规律以及确定最佳采收期，作者对人工种植的中麻黄进行了全面系统地分析测定。

一、麻黄样品的来源

样品采集于新疆生物土壤沙漠研究所阜康生态实验站的人工种植麻黄地。

二、麻黄生物碱含量测定方法

取麻黄样品细粉约5克，精密称定。加入0.5克无水碳酸钠及5毫升浓氨水，加乙醚适量，浸泡过夜，置水浴上回流提取至少4小时。将提取液过滤于分液漏斗中，提取器用

* 国家自然科学基金资助项目。
本文经过刘国钧、毛祖美两位老师的审阅并提出修改意见，在此表示感谢。

少量乙醚洗涤3次，将洗液与提取液合并。用氯化钠饱和的0.5N盐酸溶液20毫升、15毫升、10毫升振摇提取3次，将酸液合并，加甲基红指示剂1滴，用6N氢氧化钠液调至红色将变，加无水碳酸钠6克，振摇使溶解。分次用乙醚30毫升、20毫升、20毫升、10毫升、10毫升振摇提取，醚液合并，用饱和氯化钠溶液洗涤3次，每次5毫升，合并洗液，再用乙醚10毫升振摇提取，合并乙醚提取液。分次精密加入0.1N标准硫酸溶液10毫升、10毫升、5毫升，振摇提取，静置分层，分取酸液，乙醚液再用水提取2次，每次5毫升，合并酸液与水液，置水浴上加热，除去微量的乙醚，放冷至室温。加甲基红指示剂2滴，用0.1N标准氢氧化钠溶液滴定[2]，即得(每1毫升的0.1N硫酸溶液相当于16.52毫克的麻黄碱 $C_{10}H_{15}ON$)。

三、实验结果

中麻黄(栽培)在不同时期中生物碱的含量变化如表1及图1。

表 1

采样时间(1989)年	4月16日	5月1日	5月16日	6月1日	6月16日	7月1日	7月16日	8月1日	8月16日	9月1日	9月16日
生物碱平均含量(%)	0.62	0.65	1.12	1.52	2.26	2.46	2.56	2.66	1.92	1.74	1.63

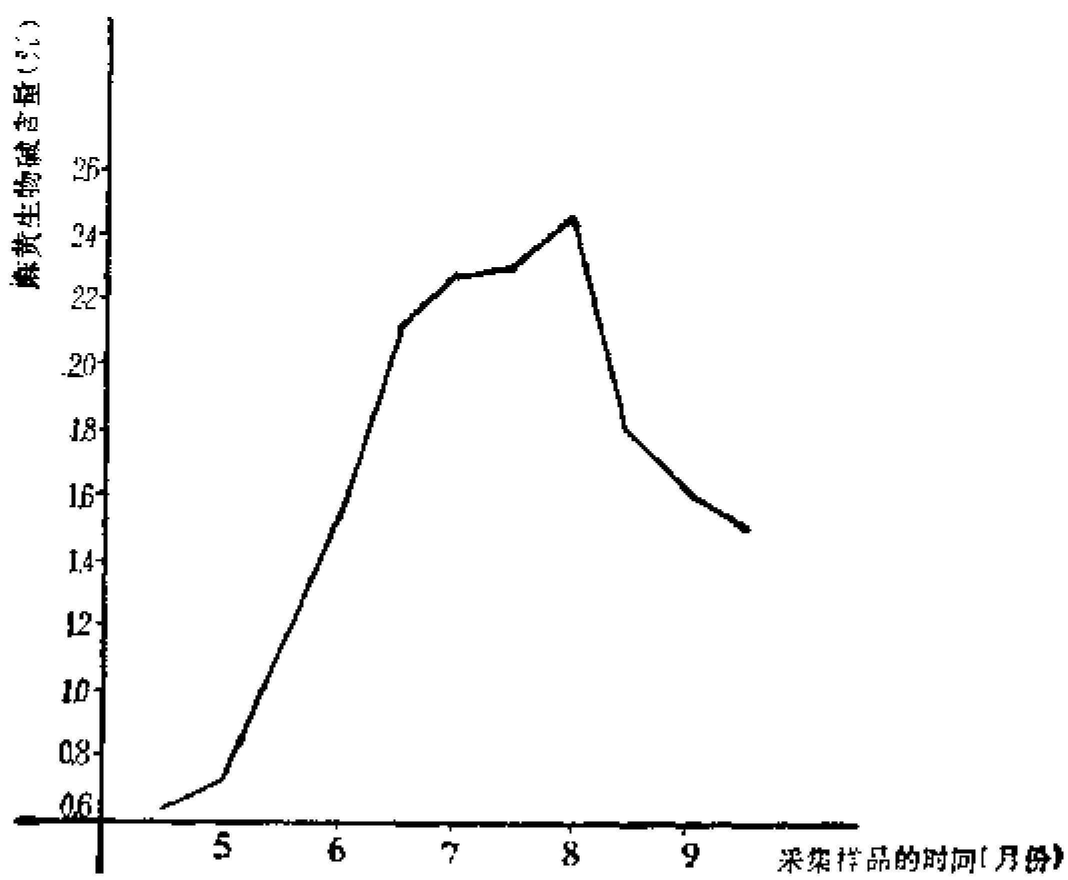


图 1

四、实验的结论与讨论

(1) 利用两年生人工种植的麻黄植株，从4月到9月每半月采样一次，分析测定麻黄中生物碱的含量变化。从得到的麻黄生物碱含量变化曲线(见图)可以看出，随着季节的

变化，麻黄生物碱的含量有所不同。随着季节的变暖、麻黄生物碱含量逐渐增加，8月份生物碱含量达到最高峰，此后的月份中生物碱含量下降。麻黄生物碱含量的这种变化规律同《生药学》中分析的大同、赤峰产的野生麻黄生物碱含量的变化规律相似[3]。因此，采收麻黄的最佳时期应在7，8，9月间。这样就提高了麻黄素的出产率，同时也提高了生产的经济效益。

(2) 本所阜康生态实验站，其土壤是属盐碱性的土质。人工种植麻黄是生长在这种盐碱性的土壤中，这种土壤对植物中的生物碱含量是有影响的。Mcnari曾发现，在一定的植物区系中，土壤中的酸度与植物中的生物碱含量百分率有明显的关系，生物碱含量的高低是随着土壤酸度的增高而增加。由于生物碱是一种含氮的有机化合物，所以氮素的利用，在植物中生物碱的合成和聚积起着一定的作用[4]。所以我们认为，在盐碱性土壤中，在一定的碱性条件下，可使氮游离或由氨基酸形成的化合物中分解出游离氨基酸。这样使得合成生物碱的前体的氮素或氨基酸的量增加，从而也就增加了植物中的生物碱含量。从对人工种植麻黄的生物碱含量测定结果来看，它较高于野生麻黄生物碱含量。这种生物碱含量的变化表明，在种植中施加氮肥，有利于植物的生物碱成分的提高。

(3) 对人工种植的麻黄生物碱含量测定结果表明，人工种植麻黄可作为药用麻黄使用，其生物碱的含量符合《中华人民共和国药典》中关于药用麻黄的生物碱含量的规定[5]。人工种植麻黄，一方面可以提供工厂生产所需的原料，另外，这对保护生态环境，保护草场及荒漠植被资源都极为有利。

参 考 文 献

[1] 北京医学院，北京中医学院，中草药成分化学，人民卫生出版社，1980。
[2] 朱汝夔，对麻黄生物碱含量测定的修改意见，药学通报，1957，5(11)。
[3] 楼之岑，生药学，人民卫生出版社，1965。
[4] 沃勒，G.R.诺瓦茨基，E.K.，生物碱的生物学及其在植物中的代谢作用，科学出版社，1984。
[5] 中华人民共和国卫生部药典委员会，中华人民共和国药典，一部，人民卫生出版社，1977。

新疆草地农业的发展战略

郭 英 杰

摘　要

草地农业的发展水平是衡量农业现代化的重要标志之一。本文总结新疆几十年来草地畜牧业的生产经验，在分析草地生产力低下的原因、草地生态系统的作用及草地退化机制的基础上，提出发展新疆草地农业的战略思想。并对草田轮作、休闲土地的利用、人工草地的建设、天然草地的改良利用等进行了研究，提出了新疆草地农业的发展战略。

一、新疆草地的利用状况及存在问题

新疆是我国主要的畜牧业生产基地之一。地域广阔，有各类天然草地资源4 800万公顷，占全国北方草地可利用面积的18%。草地畜牧业是新疆畜牧业生产的主要组成，占全疆畜牧业总产值的70%以上。因此，草地畜牧业的高速稳步发展，在新疆的国民总产值中占有重要地位。

解放几十年来，各级政府对新疆的草地畜牧业给于较大重视，做了许多工作，并取得了很多成绩。但是，总结新疆草地畜牧业几十年经营和利用方面的经验体会，在政策性和体制性方面所做的工作较多，并且产生了较大的影响。如自由放牧政策、牧业合作化和公社化运动，制定推广实施草原法，实施草畜双承包责任制等。所有这些政策性和体制性的工作重点要求均放在畜产品数量及其经济价值上，忽视或很少重视畜产品生产的基础环节，即草地的发展、建设及规划等。而草地是牧业的生产资料，是草地畜牧业生产发展的基础。几十年来，对草地的建设投资和技术改造工作做得较少，工作也不深入，有些研究成果和成功的经验不能及时推广，使草地生产力不能有较大的提高。由于长期的低投入、低技术和低产出，使草地生产成为我国经营最粗放、单位面积生产效益最低的农业生产部门。解放以来，由于草地畜牧业的发展，使某些地区的某些草地载畜量已基本达到饱和状态。另外，在粗放经营下的不合理利用，盲目和错误地开荒造田以及蓄水，砍伐等原因，使草地有效利用面积减少，草地植被严重退化，如优良牧草减少，毒害草比例增加，草质粗糙，产草量降低等。新疆季节草地生产力差异较大，牧草季节供应不平衡，冬春季节饲草饲料短缺，对天然草地的生产力及承载力产生较大的影响。

长期的低投入和低效应，过度放牧和不合理利用，严重地影响着草地生态系统的平衡。草地作为环境，在保证人类生活及环境效益中有着不可替代的作用。草地植被的地上和地下部分，对地表及土壤构成一个保护层，起着防风、固沙、调节小气候、净化空气、保持水土的效果，对促进生态环境系统的良性循环，维持生态平衡起着重要的作用。在长期

的放牧利用中，由于只顾眼前利益，缺少整体规划和长远发展目标，盲目过度利用，使草地退化，引起了生态环境的恶化。如导致风沙作用的形成与扩大，干旱程度增强及次生盐渍化的发生，而这些因素又可使草地进一步退化，互为因果。

草地退化的原因是多方面的，除了自然因素外，社会因素和人为因素也起着重要的作用。由于草地畜牧业生产是在草地上进行的，草地就是这个生态系统中的一个基础环节，这个环节的生产力和承载力等在自然条件下是有限的。如果在草地利用中缺少整体性、长远性、系统性、稳定性等生态学基本观念，对草地生态系统产生的恶性影响，必然造成大面积草地植被退化。这类退化包括优良牧草减少，毒、害、杂草滋生，植物群落的组成或结构发生演替，产草量下降，草质粗糙，生产力降低，从而导致水土流失，沙漠化、盐渍化的发生。

如何改变新疆草地畜牧业这类低利用低效益的局面，使牧业生产稳步发展，满足社会发展的需要，实现现代化，达到经济效益和生态效益并行，发展草地农业无疑是一条重要的途径。

二、发展草地农业的意义

草地农业就是以草地生产为主体的知识和技术密集型的、集约化经营的现代农业体系。它包括由多种学科组成及农林牧副各行业生产经营技术，为一新型的现代化生产体系。是对草地畜牧业的低利用、低产出、低效益的根本性改造措施。草地农业的发展及利用是现代化农业的主要标志之一，代表了国家和地区的科学、技术和生产经营水平。

草地农业最初从绿肥作物兴起并已逐步发展壮大，在农区种植业中作为作物合理配置，草田轮作和休闲土地利用的一种方式；在牧业区则为专门的生产结构。草地农业是不同于农区种植业和草地畜牧业的独立农业生产体系，农区种植业以农产品为主，草地畜牧业以畜产品为主，而草地农业则是以饲草饲料生产为中间基础，以畜牧业产品经济效益为表现形式的生产经营实体，并以取得最高利用率和最佳经济效益、生态效益及社会效益为其主要目标。

草地农业的意义体现在经济和社会效益两个方面。经济效益是现代经营体制、生产力及土地利用效率的具体表现。半人工或人工草地，可使利用率提高 1 —3 倍，在新疆冷季草地中可提高 5 —10 倍，而改良草地和合理利用等，也可使利用率提高 50—100%。所有这些方法和措施都可使经济效益提高 5 —10倍，这种经济效益在草地畜牧业中是相当可观的。换言之，草地农业可使草地面积相应地扩大 5 —10倍或使畜产品产值提高5—10倍。在社会效益方面，由于草地农业的高技术、高效益可使人们改变草地经营的传统观念，可大幅度增加公共积累及再开发的基础资金，根本改变几十年来草地基本建设资金投入低下的局面。草地农业的发展使人们充分认识到现代科学技术在生产实践中的作用，便于科技兴农的普及与提高。总之，草地农业是改变新疆草地畜牧业经营利用方式，改变低投入、低产出局面的唯一有效方法。

草地农业储藏有巨大的生产潜力，需要从深度和广度两方面进行开发。由于草地畜牧业在新疆农业总产值中占有较大的比重，因此，草地畜牧业的发展程度和经营水平，直接影响新疆的国民经济收入。新疆地域辽阔，有着丰富的山地及平原草地资源。根据调

查资料，在新疆的大多数县市均具有丰富的水资源，土地资源及其他可供利用的资源，具有开发草地农业的优厚条件。因此，为开发和建设新新疆，在广大的农牧区要大力发展草地农业。

草地农业的开发可使目前生产经营水平低下的新疆草地畜牧业产生一个较大的飞跃。发展草地农业，可最大限度地利用土地资源，充分挖掘自然资源潜力，走深层开发的道路，调整季节草地不平衡的差异，使现代科学技术深入到畜牧业生产实践中，减少自然灾害的危害程度，提高畜产品的数量和质量，维持生态平衡，使草地生态系统向良性循环的方向发展，获得最佳经济效益，生态效应和社会效果。

三、人工草地的开发与建设

在新疆广大草地牧业区，由于季节草地生产力不同，使载畜水平差异较大。尤其是冷季草地非常缺少，冬春季节饲草饲料极为短缺，使各种牲畜的渡春抗灾能力幅度减弱，每年都造成牲畜的大量死亡，这是影响新疆草地畜牧业发展的关键问题。新疆的冷季草地多位于平原或低山带，植物种类少，植被覆盖稀疏，牧草植物可利用水平极差，因此冷季草地的生产力非常低下。另外，由于采用传统的放牧利用方式，又缺少必需的饲草饲料储备，使牲畜冬春季死亡率提高，当春季遇到特大暴风雪等自然灾害时，使得衰弱的牲畜大批量的死亡，这种损失一般需数年的时间才能得以恢复，影响了新疆草地畜牧业的发展。为了改变这种传统的草地畜牧业的经营方式，就必须打破常规，改变传统的草地经营利用方式，应用现代科学技术，增加草地基本建设投入，大力发展人工草地，建立稳固的畜牧业生产基地。

人工草地的开发和建设可以是多种途径的，如利用耕地休闲种植饲草饲料。新疆地域辽阔，人口相对较少，人均耕地占有量位于全国最高水平。但是新疆大部分地区耕作土地的利用特点是：经过多年的种植业利用后，为恢复地力，多采用土地休闲的形式。这种利用方式实际上是对土地资源的一种浪费，如果合理利用这些休闲土地，栽种苜蓿、三叶草等多种豆科牧草或实施豆科与禾本科牧草的混播，除能收获大量的饲草以外，还可以明显地改变土壤的物理结构和化学性质，使土壤肥力在利用中大幅度提高，把土壤改良、地力恢复和土地利用等有机地进行联接，提高土地利用率和经济效益。

实施草田轮作，可以使不同类型的土地在不同牧草的种植过程作用下得以相应改良并使地力提高。不同类型的低产土地是相对于某些作物而言，在草田轮作中选择相应的牧草种类就可以使土地由低产向高产转化。因此合理利用新疆各地县比较丰富的耕地及水力资源，实施草田轮作的合理配置是实现草地农业的重要环节。

在耕作区周围的平原荒漠区，古老绿洲中的未利用土地，河流滩涂及其他有利于灌溉和管理的地区，均可发展人工草地。通过人工草地的建设可有效地利用各种土地资源加强土地的管理和开发，促进土地的良性循环，从而将人不能直接利用的各种植物有机物转化为高效的人可利用的动物有机物，形成由各种土地资源分担耕作土地粮食生产压力的格局。

对人工草地的建设和研究，要像对待耕作土地一样的重视并投入力量，增加经济投入，加强基本建设。对不同地区的人工草地要因地制宜地研究和建立整套规范化的种植

模式与经营管理体系。研究和经营包括牧草良种选育、混播组合模式、草田配置比例、灌溉与施肥数量、利用方法和制度、配套家畜种类和比例、饲草饲料加工贮藏运输等等。要通过人工草地的高产出、高效益,改变人们对草地农业的认识,体现出人工草地的不可替代性和高科技的必要性。缓解草地农业与耕地农业的矛盾,逐步缩小其差距。

四、改良草地的建设与利用

就目前新疆的农牧业利用现状和经济基础,高投入的大面积人工草地的建设还缺少必要的资金来源。因此,在建设人工草地的同时,利用不同的方式方法因地制宜地对天然草地进行改良和开发,使生产力低下的天然草地向高生产力转化,是当前草地农业的一个主要组成部分。改良草地的生产力在新疆干旱区冷季草地中可使生产力提高5—8倍,这种利用效益是相当可观的。它可以改变新疆草地畜牧业中长期存在的季节草地不平衡的局面,使冬春季牲畜的抗灾能力得以大幅度提高。

在新疆,大面积的天然草地生产力低下,表现为植物种类贫乏,缺少优良的牧草植物,覆盖稀疏,草质较差,产草量很低。几十年来草地畜牧业的经济效益是令人沮丧的,给人们的印象是生产水平太低,平均1—3公顷草地才能养1只羊,每公顷草地的年产肉率仅维持1 500克左右;存在问题太多,如体制方面、管理方面和利用方面等等。这种低利用、低产出的天然草地畜牧业是由于多方面的因素综合作用形成的。如传统的放牧利用方式和习惯势力、草地基本建设投资过少、技术力量薄弱、政策的不稳定、缺少必要的管理措施等。而改良这种局面的有效途径就是对天然草地进行改良,才能低成本、高效益地利用草地资源。

草地改良的方法和措施是多方面的,如混种、补播、灌溉、施肥、封滩育草、划区轮牧,季节草地合理配置、增加饮水点、开辟无水草地等,因地制宜地采用不同方法是草地改良的关键。草地改良不能有整齐化一的固定模式或开展轰轰烈烈的运动,这类方法指导草地的改良也可能使这一工作不能体现应有的经济和社会效益,除不能改变人们对草地农业的认识,也可能使改良草地的建设表现为形式主义,从而收到不良的效果。

五、新疆草地农业的发展战略

要通过深入的宣传和教育,加速研究成果的示范与推广,使人们真正了解草地农业的作用和效益,了解农业现代化与草地农业的关系,逐步体现草地农业的重要意义和不可替代性以及高科技的优越性。各地县可根据地域特点因地制宜地发展壮大草地农业,制定具有本地区特点的统一规划和发展战略。

(1) 传统观念要更新,这是草地农业发展战略的基础。草地农业作为新的生产领域,其优越性还没有被广泛的认识,而传统的观念在新疆草地畜牧业的利用方式中仍占主导地位。要使草地农业有快速的发展,传统的观念不改变是不行的。观念的改变必须以事实为依据,要通过草地农业的建设,体现出高生产力和高效益,以及高科技在生产实践中的作用。

(2) 调整大农业系统发展结构的战略。由于草地农业的发展,要使农业、牧业及其他

行业进行必要的结构调整。因此，草地农业的发展必须在保证粮食和经济作物的产量和产值的前提下予以发展，只有这样，草地农业才有可能被各级领导及广大农牧民所接受。农业的发展结构由许多方面组成，根据几十年来的经验教训，要避免顾此失彼的局面再度出现。要通过农业发展结构的调整和优化组合，使各地根据地区特点选择最佳组合模式，经实践验证后在本区域内予以推广。

(3) 增加草地建设投入，应用现代科学技术进行系统管理的战略。由于农业发展中的不正常倾斜，几十年来农业发展投资主要用于农田基本建设，草地的建设投资极小。据有关资料统计，平均每一公顷草地仅投资 0.5—0.6元 钱，这是远远不够的。要提高草地生产力和土地利用率并使经济效益增加，必须增加草地建设的资金投入。由于草地农业是近代兴起的技术和知识密集型的农业生产系统，因此，高科学技术的应用可使其发挥最佳生产潜力，产生最好的经济效益并可使草地农业在发展过程中尽可能地少走弯路。草地农业为社会主义农业生产系统中的一部分，是现代化农业体系的一个分枝，因此有必要研究总结出具有实践应用意义和现代科学管理水平的规范化的最佳管理体系，并用其指导草地农业的开发与利用。

(4) 维持生态系统的良性循环，保护生态环境。通过草地农业的生态效益，达到防风固沙的目的，改变小气候，防止水土流失，增加植被覆盖指数，改良土壤等。

(5) 应用系统工程的理论指导草地农业。系统工程理论是以现代科学技术为基础的优化组合模式。在系统工程的设计与实施中，能充分体现这个理论系统的现代化、科学化和高技术的特点，是指导草地农业的最佳理论基础和模式。

(6) 因地制宜的发展战略。草地农业的开发与建设必须因地制宜，由于地域差异，草地农业的开发与建设要体现出地域特点及其相应的规律性，形成独立的具有地域特点的现代化草地农业的生产管理体系。

参 考 文 献

[1] 北京农业大学，草地学，农业出版社，1982.
[2] 中国农业科学院草原所，草地，科学出版社，1980.
[3] 库柏，M.M.、莫里斯，D.W.，草地牧业，农业出版社，1983.

全缘叶型西瓜叶片性状的遗传及其利用的研究

柴 兴 容

摘 要

西瓜叶片的缺裂与全缘型属于质量性状遗传，全缘叶型受单一隐性遗传基因控制。

用全缘叶型西瓜作母本，普通缺裂叶型西瓜作父本进行杂交，其杂交一代仍为缺裂叶。在生产实践中，当幼苗3—4片真叶时，利用栽培上的间苗、定苗，拔除全缘叶型的母本，保留缺裂叶幼苗，从而大幅度提高田间杂种苗率。而传统的鉴别杂种与非杂种的方法，最早也需要等到植株出现雌花之后，依其雌花形状；迟的则需要等到植株发育的后期，依其果面色泽加以鉴别，所以不可能作到在苗期剔除非杂种苗。

全缘叶系作母本的杂交一代的纯度鉴定，可在种子收获后，立即就地进行。需时短，耗资亦少。

全缘叶系西瓜在无籽西瓜生产实践中，同样显示了标志基因的优越性：第一，可以利用间苗定苗提高田间3x幼苗的纯度；第二，当进行育苗移栽时，只需将苗床的缺裂叶3x幼苗移植于大田，全缘叶系的非杂种幼苗定植于另一块制种田与普通二倍体西瓜杂交，仍可作为三倍体无籽西瓜制种的母本株。这样既保证了无籽西瓜生产田的纯度，又使四倍体母本不致浪费。

西瓜植株叶片的全缘叶型，属于可遗传的突变类型。苏联和东欧各国称这种叶型的西瓜为"甜瓜叶西瓜"。我们称其为"板叶西瓜"。我们在对其遗传规律研究的基础上，通过系选及性状转育，获得了全缘叶系的早、中、晚熟系列品种。以其作杂交亲本配制杂交一代，均在生产实践中表现出较大幅度的增产潜力。本文即为对全缘叶型西瓜叶片性状遗传规律研究及生产实践验证的综合论述。

一、西瓜全缘叶性状的遗传

常见的西瓜植株幼苗，除第一真叶似蟹壳状为全缘叶外，从第二真叶开始，叶缘就由浅裂逐渐变深，至第五真叶以后，均为羽状二回深裂或全裂叶。与上述缺裂叶相对应，全缘叶西瓜是一种特殊的叶型，无论是幼苗或成株，其叶片叶缘始终没有缺裂。

1. 研究方法与材料

检验全缘叶的遗传方式，是将纯合全缘叶系与纯合普通缺裂叶系杂交。分析：

(1) 杂交一代叶型变化。

(2) 杂交一代(F_1)自交，分析 F_2 代叶片叶型分离比率。

(3) 用全缘叶系与杂交一代(F_1)回交，回交后代植株叶片叶型的分离比率。

(4) 用缺裂叶系给杂交一代(F_1)授粉，分析其后代植株叶片叶型情况。

供试材料：全缘叶系——板叶1号

缺裂叶系——克隆德克7号

田间杂交世代叶型分离植株数分别进行了田间统计。分离比率采用 X^2 适合度测定法来检验适合于标准遗传比例程度。

2. 结果与讨论

用板叶1号(全缘叶)作母本，与普通缺裂叶品种杂交，杂交一代(F_1)叶片表现型为裂叶，而以裂叶材料作母本进行反交，杂交一代叶型仍为缺裂叶。本试验曾增加板叶2号(全缘叶)以及久比利、陵园26号等裂叶品种，杂交结果同上。

以杂交一代(F_1)作母本，裂叶作父本，杂交所得子代植株的叶型均为裂叶，没有分离现象。

杂交一代自交，F_2 植株叶片分离为缺裂叶和全缘叶两类。以表1（板叶1号×克7）F_2 为例，计有裂叶78株，全缘叶30株。缺裂叶：全缘叶=3:1。经适合度测定：实测 $X^2=0.444$，当 $P=0.05$ 时，理论 $m^2=3.841$，因为 $0.444<3.841$，亦即实际 $X^2<$ 理论 m^2 值，所以本试验符合3:1理论比数。以全缘叶作父本，与 F_1 回交时，回交子代植株叶片表现型也只分离出双亲类型，范围在1:1之间，与 X^2 适合度测定结果相符。

上述检验各世代所出现的两种叶片表现型的植株之间，区别显著，不会混淆。

研究表明：西瓜叶片的缺裂与全缘型，属于质量性状遗传，全缘叶型受单一隐性遗传基因控制。

表1 全缘叶与缺裂叶杂交 F_2 代及回交后代 X^2 测定

杂交组合	总株数	调查株数(X)		理论株数(m)		($X-m$)		$(X-m)^2$		$\frac{(X-m)^2}{m}$		$X^2=\Sigma\left[\frac{(X-m)^2}{m}\right]$	试验比例	机率
		裂叶	全缘叶	裂叶	全缘叶	裂叶	全缘叶	裂叶	全缘叶	裂叶	全缘叶			
P_1(板叶1号)	113		113		113									
P_2(克7)	115	115		115										
$F_1(P_1\times P_2)$	119	119		119										
$F_1(P_2\times P_1)$	114	114		114										
$F_2(P_1\times P_2)\times(P_1\times P_2)$	108	78	30	81	27	−3	+3	9	9	0.111	0.333	0.444	3:1	0.95
$F_1(P_1\times P_2)\times P_1$	111	57	54	55.5	55.5	+1.5	−1.5	2.25	2.25	0.405	0.405	0.910	3:1	0.95
$F_1(P_1\times P_2)\times P_2$	112	112		112										

二、全缘叶系在西瓜生产实践中的利用

1. 作杂种一代标志性状

目前西瓜杂种一代的生产田间有混杂现象，即杂种植株中混有一定数量的母本，影响了优势的充分发挥及果实商品整齐度。这是因为西瓜属于异花授粉植物，杂交时稍不慎会发生同一品种内授粉现象，特别在大面积制种，或母本植株花为两性花的情况下，更难避免。而鉴别这些杂种一代植株性状标志多采用果面色泽或果实形状。其亲本性状的配置和杂种一代的表现情形是：

圆果(♀)×长果(♂)→F_1(长椭圆形)。

浅色果面(♀)×条带(♂)(或黑皮)→F_1(条带或黑皮)。

深色果面(♀)×条带(♂)→F_1(果面底色深，上复条带呈镶嵌性状)。

依据上述性状鉴别杂种与亲本，常常要等植株发育到成龄阶段，最早也得在雌花现蕾期(果形标志)，而迟的则要到果实发育至一定程度时才能区别(果面色泽标志)。栽培上，需在团棵，即3—4片真叶时定苗，可是在这个时期无法鉴别是否是真正的杂种。

由于西瓜全缘叶在遗传上属隐性性状，用它作母本，裂叶作父本，杂交一代植株叶片是裂叶，且在苗期表现出来，这一特性可用来作杂种一代指示性状。当幼苗3—4片真叶时，即可鉴别杂种与非杂种。这样，栽培上只要在间苗、定苗时，剔除非杂种株(全缘叶)，就能大幅度提高田间杂种一代的纯度。

2. 板叶1号及其杂交一代的生产力

经系选的板叶1号，除本身因其叶片全缘适于作杂交一代幼苗标志性状的母本外，尚具下列特点：其果实圆形，果面色泽绿白，因而容易实现果形和果面色泽的改造，使产品符合消费习惯及商品要求。

板叶1号果皮坚韧，抗压力在30磅力[1]/0.5平方厘米以上，(一般西瓜当压力在小于25磅力/0.5平方厘米，果皮即被击穿)，因此贮运性好。这一特性(果皮的坚韧性)易传递给杂交子代。板叶1号品质优良(含糖量在10%以上)，单瓜平均重4.5公斤，每公顷0.167—0.2吨。通过试验，选配的几个杂交组合，产量均高于双亲本平均产量，增产幅度为17.7～34.4%。(表2)其中以板叶1号×久比利，板叶1号×克$_7$，两组合增产幅度大，综合性状优良，单瓜重6—8公斤，折合每公顷0.267吨以上(表4)。折光糖10.2—10.7%(表3)。经多年鉴定性状稳定，是生产实践中较好的品种。

3. 板叶2号、板叶5号及其杂交一代的生产力

板叶2号：系板叶1号与苏联3号杂交选育而成。其特征为叶片全缘，圆果，绿色皮上复暗绿隐条，含糖量11%以上，座果性显著优于板叶1号，以其作母本，所配杂交一代(板叶2号×久比例)，虽产量略低于板叶1号的杂交一代，但熟性略早。几年生产示范表明，在内蒙古、甘肃等部分地区及伊犁部分团场深受瓜农和消费者喜爱。

1) 1磅力=4.44822牛顿。

表 2　板叶 1 号与杂种一代产量比较

杂交组合	亲本小区产量		亲本平均产量(公斤)	F_1 小区产量(公斤)	F_1 与亲本平均产量比较(%)
	母本	父本			
板叶 1 号×陕园 26 号	230	205	217.5	265	+21.8
板叶 1 号×台黑	240	185	212.5	250	+17.7
板叶 1 号×久比利	210	400	305	410	+34.4
板叶 1 号×克$_7$	215	385	300	390	+30.0

注：行距(包括瓜沟)4.5 米，株距 0.6 米，每穴 1 株，小区面积67.5 平方米，每小区 50 株，单蔓整枝。

表 3　板叶 1 号与杂种一代含糖量比较

杂交组合	亲本含糖量(%)		F_1 含糖量(%)	F_1 与亲本含糖量比较(%)		备　注
	母本	父本		母本	父本	
板叶 1 号×陕园 26	10.3	9.0	10.5	+0.2	+1.5	质细、脆、风味好
板叶 1 号×台黑	10.7	8.4	9.7	−1.0	+1.3	脆、甜
板叶 1 号×久比利	10.5	8.8	10.2	−0.3	+1.4	优质、甜
板叶 1 号×克$_7$	10.2	9.7	10.6	+0.4	+0.9	脆、优质、甜

表 4　板叶 1 号×久比利、板叶 1 号×克$_7$　历年小区产量

年份	板叶 1 号×久比利			板叶 1 号×克$_7$			备　注
	小区产量(公斤)	小区面积(公顷)	折合公顷产量(公斤)	小区产量(公斤)	小区面积(公顷)	折合公顷产量(公斤)	
1977	1 230	0.02	61 500	1170	0.02	58 500	安宁渠良种场
1978	2 035	0.03	61 050	2155	0.03	64 650	安宁渠良种场
1979	2 340	0.03	70 200	4230	0.06	63 300	五一农场青年队
1981	430	0.007	65 400	625.5	0.01	62 550	五家渠农科所
1982	9 070	0.13	68 025	8120	0.13	60 900	五家渠 101 团场

板叶 5 号：系板叶 1 号与早熟西瓜品种伊选杂交选育而成。叶片全缘，圆果，缘白皮，含糖量 11%以上，肉质细，纤维少，品质上等。用它作母本配制的 5-10，5-3，5-9 等杂交一代新组合，在内地省区生产示范表明，有其较好的生产潜力。5-10 在四川南充地区的五年示范，表现出适应性强、丰产的特性。5-9 在陕西部分地区(白水、合阳等地)，表现抗病、丰产。

三、全缘叶西瓜同源多倍体的育种

无籽西瓜是西瓜中之珍品，尽管在栽培上与普遍西瓜相比，存在一定的难度，但近几年来，随着改革开放政策的实施，各大城市和旅游地区对无籽西瓜的需求量日益增加，栽培上亦有可观的经济效益。因此，三倍体无籽西瓜的制种更受育种者和制种者的重视。三

倍体无籽西瓜本身是一个杂种，它除了果实无籽，食用方便之外，在含糖量和产量上均有所提高。

目前，在三倍体种籽制种和无籽西瓜生产中，鉴别三倍体与四倍体母本的方法，依然是袭用普通西瓜杂交一代遗传性状标志方式(即利用果面色泽和果实形状)，这种方式的缺陷，也是无法早期鉴别植株是否为三倍体无籽西瓜。尤其当三倍体种籽不纯时，因三倍体种籽发芽力、成苗率和幼苗生长势都比四倍体母本差，使田间混杂程度更为严重。

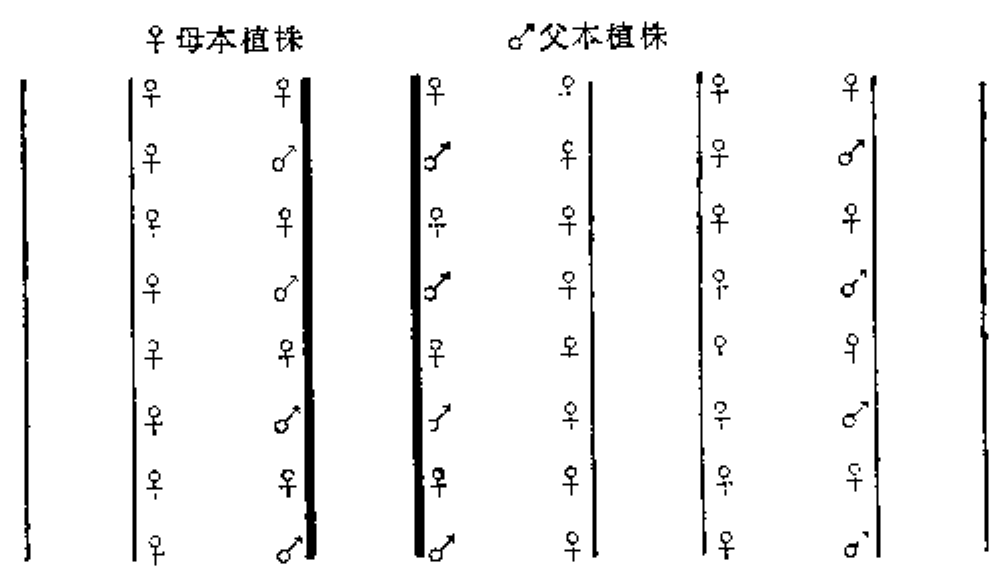
全缘叶系普通西瓜诱变成同源四倍体后，依其遗传理论，应当保持叶片全缘的特性，而这一特性，在三倍体无籽西瓜生产中，同样可作为标志基因进行苗期鉴定。

试验表明：全缘叶系四倍体作母本，与裂叶二倍体西瓜杂交，它的三倍体子代植株幼苗自第三真叶起均为缺裂叶。生产实践中，用全缘叶四倍体作母本，裂叶二倍体作父本所配制的三倍体种籽，采用直播生产时，在幼苗长至3—4片真叶，依据叶形标志，剔除非三倍体(全缘叶幼苗)，保留缺裂叶幼苗，可以大大提高田间无籽西瓜植株的纯度。若采用育苗移栽方式生产无籽西瓜，更能发挥全缘叶标志基因的作用：当幼苗长至3—4片真叶时，非裂叶幼苗可定植到三倍体制种田里与二倍体父本杂交，繁殖三倍体种籽；裂叶苗定植到生产田里生产无籽西瓜。这样既保证了四倍体母本种籽不致浪费，又使无籽西瓜生产田里保证了99%以上的纯度。

四、全缘叶系西瓜在采种实践中的特殊意义

(1) 利用全缘叶系西瓜(包括二倍体和四倍体)繁殖 F_1(包括2x和3x)种籽，可以采用自然杂交方式，即按一定比例(3:1)种植母本和父本，母本严格去雄，任其自然杂交(注意后期植株打顶)，在母本植株上收获种籽供生产应用，可以使种籽杂交率高于96%以上。这种制种方式在简化制种技术，节省人工(比现有制种田节省70%以上的用工量)，降低成本(降低制种用工费用50%以上)和提高纯度方面具有极其重要的意义(图例)。

图例：



(2) 就地采种，就地测定种籽纯度，并准确确定田间播种量是全缘叶系杂种一代西瓜又一突出的优越性。目前国内杂种一代西瓜种籽杂种率的检验均需了当年冬季，到海南或云南种植后方可测定，既费人力和财力，而且需时间长(播种70天以后)；而全缘叶系西瓜杂种一代的种籽，收获后便可立即抽样，就地进行温室或大棚播种，当幼苗长至4片真叶时便可统计出种籽的杂种率。这样，既节省人力，节省财力，还可节省检测时间(只需1个月时间)。

五、全缘叶系西瓜杂种一代种籽杂种率、播种量与田间杂种苗率的关系

1. 种籽杂种率与田间杂种苗率的关系

本试验采用"红优 2 号"(不能幼苗鉴别的杂交一代)作对比。

图 1 示杂交率、播种量与田间杂种苗率的关系。

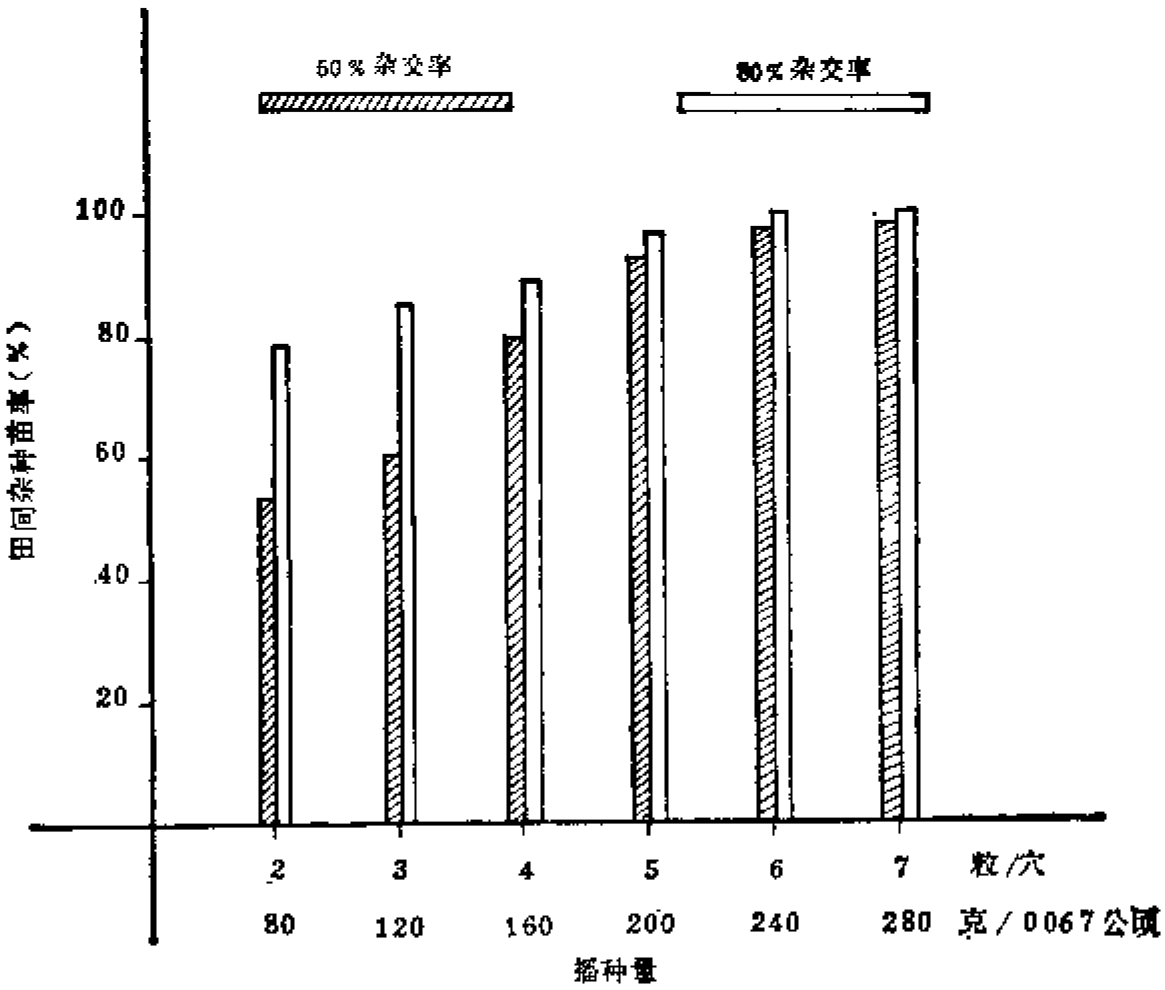


图 1

试验结果表明：当杂交一代种籽不纯时，无论能否幼苗鉴别，其田间杂种苗率随杂种一代种籽纯度的提高趋势是一致的。但可以幼苗鉴别的杂种一代的田间杂种苗率显著高于相应的种籽本身的杂种率，这是因为西瓜播种穴内播种多粒的种籽中，出苗后只要有一株是杂种苗，该穴即可统计为杂种株。当种籽杂种率为 60—80 %时，能幼苗鉴别的杂种苗率比种籽杂种率要高出 15—20%；而不能幼苗鉴别者，由于幼苗定苗时，选留苗是随机进行的，因此，田间杂种苗率与相应的种籽杂种率数值相近。统计结果表明：在种籽杂种率相同时，能幼苗鉴别的杂种苗率，比不能幼苗鉴别的杂种苗率，除了极端情况之外(如杂种率高出 90%或低于 20%)，均高出 20%以上。

由此可见，只要全缘叶系杂交一代种籽的杂种率能达到 80%，生产田间的杂种苗率可以保证 95%以上。

2. 播种量与田间杂种苗率的关系

用全缘叶西瓜杂交一代种籽进行生产，由于可以在定苗时通过幼苗鉴别剔除非杂种株，保留杂种株，从而提高田间的杂种苗率，因此播种量将对田间杂种苗率产生很大的影

响。相反，对不能幼苗鉴别的杂种一代而言，因其鉴定苗时，选留苗是随机的，因此，播种量大小几乎与田间杂种苗率无关。

测定全缘叶系杂交一代西瓜的播种量与田间杂种苗率的关系：试验选择50%和80%两种杂交率情形，分别为每穴播种2粒、3粒、4粒、5粒、6粒、7粒（以平均千粒重61.3±1.2克，每公顷播种9 750穴计算，每公顷播种量分别为1 200克、1 800克、2 400克、3 000克、3 600克、4 200克），如图所示当播种量过小，每穴只播种2粒种籽时，由于提供选留苗的余地小，田间杂种苗率提高的幅度很小，而随播种量增加，杂种苗率的提高渐趋显著。当每穴播种6—7粒时，即使杂种率仅50%，其田间杂种苗率也可达到98%以上；而当种籽杂种率80%时，按生产上的常规播种量(每穴3—4粒)播种，田间杂种苗率也可达到98%以上。事实上，目前的制种水平达到90%的杂种率标准是不困难的，用这种种籽进行生产，完全可以获得99%以上的田间杂种苗率。

综上所述，对不同倍性全缘叶性状的遗传研究，了解其遗传规律，并在杂交一代生产实践中，作标志基因加以利用，无论在理论上或实践中，均具有重要的意义。

葡萄快速繁殖、去病毒和种苗生产技术研究*

赵长生　王长生**　陈玉莲　卡德尔　凌朝霞**
罗凤萍　郭永平　冯　缨　马保军

摘　要

采用间隔二次消毒法，获得了新疆无核白葡萄优良芽变株试管苗无性系，月繁殖系数为3倍。试管苗移栽前需在室内温度20℃和自然光照炼苗28—34天。移栽方式改进为"二步法"，即"光照炼苗——砂、土营养床育苗(或砂、土营养袋育苗)"。移栽后10天管理是提高葡萄试管苗成活率关键时期。

热处理(31—36℃变温处理)结合茎尖培养技术，可去除葡萄主要病毒(扇叶病毒和烟草花叶病毒)。

新疆是我国主要葡萄产区之一，也是最有发展前途产区。它具有得天独厚的自然条件，积温高、日照长、昼夜温差大、降雨少、灌溉农业，最适于葡萄的生长发育，葡萄品质极为优良。但生产上存在着品种混杂、品种单一、病毒危害等问题。本试验研究即是应用生物技术为发展新疆葡萄生产提供快繁、脱病毒和种苗生产技术方法。

一、材料和方法

1. 材料

取材于新疆吐鲁番无核白葡萄优良芽变株——长穗无核白春季新生枝条、长粒无核白试管苗，引进品种早熟甲裴露、乍娜、里查马特、西万尼。

2. 葡萄无菌试管苗获得

采用间隔二次消毒法，即先将40厘米长葡萄新生枝条切成8—12厘米长小枝，以0.1%$HgCl_2$消毒处理1分钟，无菌水冲洗，再切成2.5—3.0厘米茎段，0.1%$HgCl_2$消毒1分钟。以一次消毒法(一次消毒处理2分钟)为对照。每次消毒后皆用无菌水冲洗4次。观察茎段培养污染率、试管苗生长与温度、繁殖系数。

培养基以MS为基本培养基，附加不同浓度吲哚乙酸(IAA)。

---

* 中国科学院微生物研究所蔡文启先生代为病毒检测，特此致谢。

**作者单位：新疆兵团农七师农业科学研究所。

3. 葡萄试管苗移栽

(1) 移栽前进行室内自然光照和揭塞炼苗。

(2) 苗床准备。本试验利用辣椒育苗后的无玻璃框架温室进行移栽。移栽方式采用"光照炼苗—砂、土营养床育苗(或砂、土营养袋育苗)",称为"二步法"育苗。"砂、土营养床"做法:将松散具有一定湿度培养土先垫于苗床约11厘米厚,上覆5—6厘米厚水洗细砂,铺平后向床面洒水。试管苗移栽株距×行距=10厘米×20厘米,移栽时,砂床面打孔深度5—6厘米,使试管苗根部处于砂层中,栽后立即以小拱棚保温保湿,每天记录拱棚内气温、相对湿度、5厘米地温,观察试管苗成活率。此外,温室框架上提前遮阴,光强度2 000—4 000勒克司。

4. 葡萄无病毒苗培养

(1) 热处理试验。取继代培养的新疆长穗无核白葡萄试管苗(代号W),在31—36℃变温培养30天,取样进行电镜观察和酶标检测。

(2) 茎尖培养试验。无菌操作下,取继代培养试管苗顶芽或侧芽(统称茎尖),在2×10倍双目解剖镜下,剥离茎尖生长点,其大小0.2—0.3毫米,带有1—2个叶原基,置于MS(1/2大量元素)+6-BA1毫克/升+NAA0.01毫克/升+水解乳蛋白100毫克/升+蔗糖2%+琼脂8克/升培养基上,暗培养24小时后,再放入25℃、光照强度1 500—2 000勒克司室内培养。茎尖植株取样电镜观察。

二、结果和讨论

1. 葡萄试管苗繁殖

(1) 葡萄无菌苗获得。采用间隔二次消毒法,茎段污染率7.4—22.8%,成苗率71%,对照(一次消毒法)污染率69.2%,成苗率50%。间隔消毒由于每次消毒时间短,对葡萄嫩芽损害小,提高了茎段成苗率。同时,试材经二次消毒,也明显降低了污染率。

MS培养基中增加生长素IAA含量,对茎段侧芽伸长无明显作用,但促进茎段切口产生愈伤组织。IAA0.1毫克/升时,茎基未见愈伤组织,侧芽可伸长;IAA0.3毫克/升时,茎段切口产生较多愈伤组织,不利于侧芽伸长。

采用上法获得长穗无核白、乍娜、里查马特葡萄品种试管苗。

(2) 葡萄试管苗生长观察。观察了长粒无核白品种试管苗生长。从1个单芽切段培养起,在温度25—26℃、光照1 500—2 000勒克司,每天光照14—16小时,30—40天即可长成完整植株。

根的生长:接种3—5天,仅极个别切段有根原基突起发生,培养7—8天,生根率43%,长度0.1—0.5厘米,培养15—17天,生根率74—86%,根长0.5—1.0厘米。其他品种,大致相似。

通过上述观察结果,可确定葡萄试管苗生长周期(或繁殖周期)为30—40天。

(3) 温度对葡萄试管苗生长影响。由于培养室内温度的不均一性,培养架每层温度也不同。一般培养架4—6层,实际观察,第一层架温24℃、第二层24℃、第三层25℃、第四

层 22℃。不同温度影响，造成了试管苗不同生长状况，在株高、茎粗、叶片数、发根等方面明显不同，最终表现为切段成苗率有较大差异，培养温度 25℃时，成苗率 73.3%，温度 22.5℃时，成苗率 30%。由此可见，温度对葡萄试管苗生长影响很大，这就关系到在种苗生产中，必须保证试管苗正常生长温度在 25℃以上。

(4) 葡萄试管苗繁殖系数。葡萄试管苗以单芽切段为基本繁殖单位。从 1 个单芽切段开始，1 年内切繁 12 次，理论推算，可切繁 53 万苗，繁殖系数 3 倍。

从切繁实验抽样统计结果表明，1987 年 11 月切繁实验，有长粒无核白试管苗 60 瓶(180 株苗)，切繁转接出 209 瓶(627 株苗)，其繁殖系数 3.4 倍(627 株苗/180 株苗)；1988 年 2 月切繁实验统计，有长粒无核白试管苗 150 瓶(450 株苗)，切繁后 502 瓶(1 506 株苗)，繁殖系数 3.3 倍。理论推算繁殖系数与实际切繁结果基本一致，因此，葡萄采用单芽切段繁殖方式可进行快繁，每年可繁殖数万苗以上。

2. 葡萄试管苗移栽

移栽前，需进行光照煅炼。试验结果表明，移栽前，试管苗在室温 20℃，白天以自然光照为主(16 小时以上)，晚上适当人工光照，光照炼苗 25—30 天，再揭塞炼苗 3—4 天，可促使试管苗茎杆加粗、老化、幼嫩茎木质化，增强对自然环境的适应力。

移栽方式，据曹孜义等报道，采用"三步法"，即"光照炼苗一砂培炼苗一营养袋育苗"，移栽成活率 80%。本试验改进为"二步法"，也可达到同样效果，其优点在于省工，见表 1。

表 1 1988—1990年葡萄试管苗移栽试验

项目 / 时间	最高温度(℃)	相对湿度(%)	地温(℃)	品种	调查株	成活株	成活率(%)
1988 年5月16—24 日	21.5	87.7	17.3-18.6	长粒无核白 长粒无核白	210 490	168 394	80 80
1989 年5月10—19 日	29.2	82.2	19.6-23.6	甲 裴 露 甲 裴 露	420 432	372 370	88 85
1990 年5月16—25 日	26.6	78.6	19.6-21.6	乍 娜	144	116	80

由表 1 可见，3 年试管苗移栽试验结果表明，采用"二步法"移栽方式，其成活率皆可达 80%以上。因此，该"二步法"是可行的，可用于种苗生产。

影响试管苗成活率主要因素分析：

(1) 试管苗生长状况。试管苗本身健壮程度，是影响移栽后成活率的最基础因素，见表 2。

由表 2 可见，壮苗与弱苗移栽成活率差异显著，壮苗成苗率 80—87%，弱苗 16.7—57%，壮苗木质化程度高，抗逆性强(抗高温，抗猝倒病强)。

(2) 移栽后管理。试验结果证明，移栽后的 10 天人工管理是影响成活率的关键时期。在该时间内，通过人工管理使试管苗增强对蒸腾作用的自我调节能力，同时促进试管

表 2 壮苗与弱苗移栽成活率比较*

调查日期	品种	试管苗类别	移栽方式	成活株/总株	成活率(%)
1988年5月22日	甲 斐 露	弱 苗	营 养 袋	67/116	57
	甲 斐 露	壮 苗	营 养 袋	51/58	87
1990年5月29日	乍 娜	弱 苗	砂一土床	6/36	16.7
	乍 娜	壮 苗	砂一土床	116/144	80

* 壮苗高10厘米以上,茎粗1毫米以上,茎木质化强。
弱苗高5厘米以下,茎粗1毫米以下,茎木质化差。

苗根的生长与新根发生。经3年(1988—1990年)探索试验(见表1),控制最高气温不超过30℃,相对湿度78—82%,地温17℃以上时,移栽成活率皆在80%以上。所以,在种苗生产中,关键时期内必须控制好环境因素,才可获得较高成活率。

(3) 成活率与移栽后试管苗病害。外界环境条件影响(如温、湿度、光照、苗床水分)和管理不当,都会导致移栽后病害发生。据观察,主要病害有霉菌侵染顶梢、根茎缢缩猝倒、根腐等。

1988年移栽后10天内,气温偏低,由于前期管理通风不利,拱棚内湿度过大,相对湿度87.7%,导致霉菌侵染和猝倒型病害同时发生,霉菌死苗9.0%,猝倒死苗4.2%。后来,加强了通风管理控制了病害发展,成活率仍达80%。1990年,由于苗床含水偏高,猝倒型病害发生严重,猝倒死苗14.6%,霉菌死苗0.7%,试管苗成活率仅63%。可见外界环境和管理与试管苗成活率密切相关,种苗生产中,必须加强人工管理,防止病害发生。

3. 葡萄无病毒苗培养

(1) 热处理脱病毒。经31—36℃变温处理的长穗无核白试管苗,取样进行电镜观察,未发现病毒。该样品再以PAS-ELISA方法,经TMV(烟草花叶病毒)、GFV(葡萄扇叶病毒)酶标检测,皆为阴性。试验证明,通过热处理试管苗可以脱除TMV和GFV病毒。

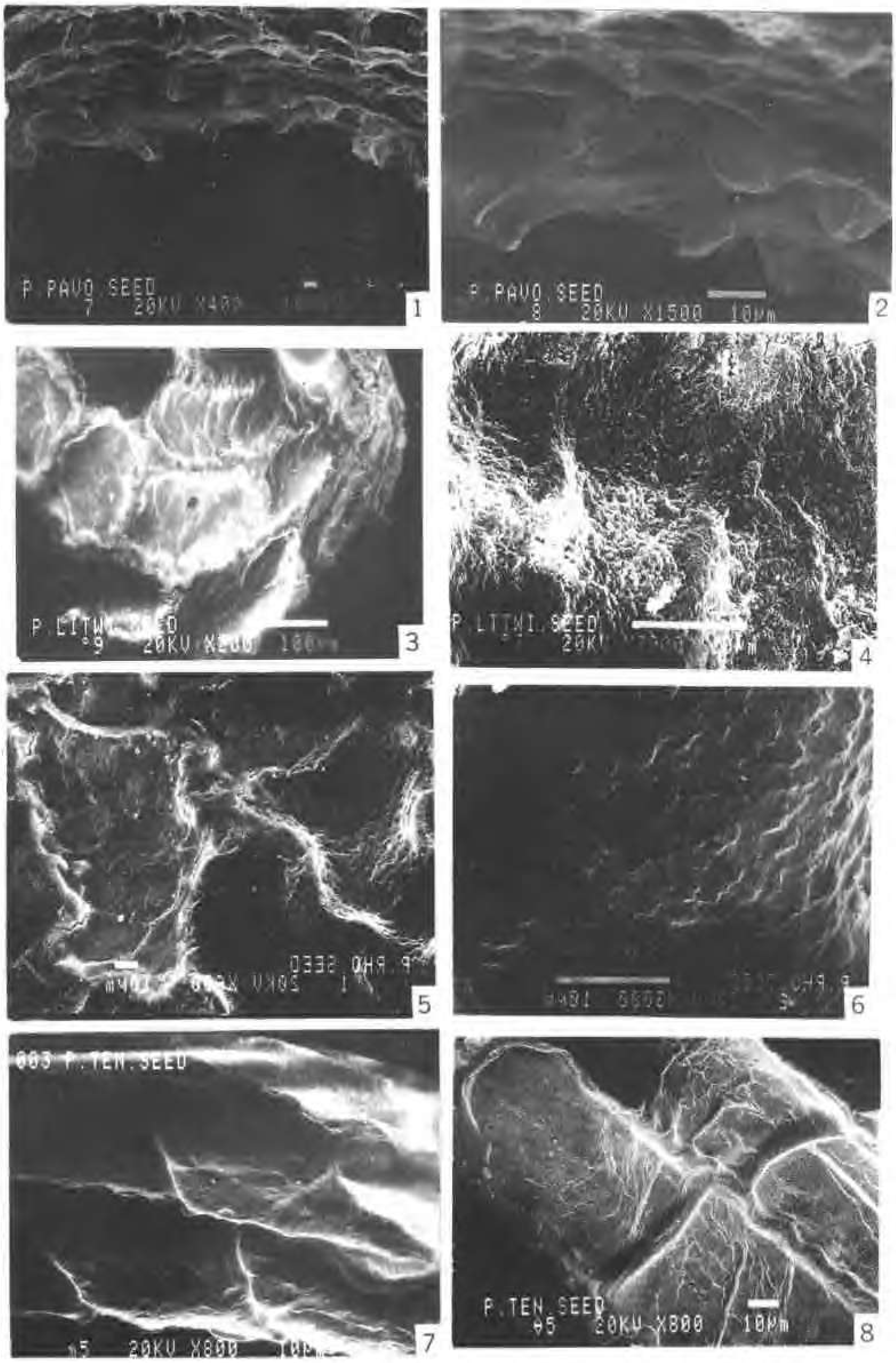
(2) 茎尖脱病毒培养。剥离茎尖生长点置入培养基后,开始生长时,首先转白,3天后见光转绿逐渐膨大,培养7天分化出小叶,一个半月后生长成带有3片小叶丛状小苗,2个月以后,可直接伸长3—4厘米无根小植株,转入生根培养基,即可形成完整小植株。

试验观察到,取顶芽茎尖剥离,因非常幼嫩,剥后失水不易成活。以去顶芽试管苗再经培养,其侧芽生长成熟、饱满、老化。采用该侧芽剥离,茎尖生长点成活率高。培养基中附加水解乳蛋白,剥后暗培养24小时,皆可减少茎尖褐变,使茎尖成活率明显提高,最高达80—92%。西万尼葡萄茎尖培养植株,经电镜初检,未发现病毒,初步认为脱病毒株。

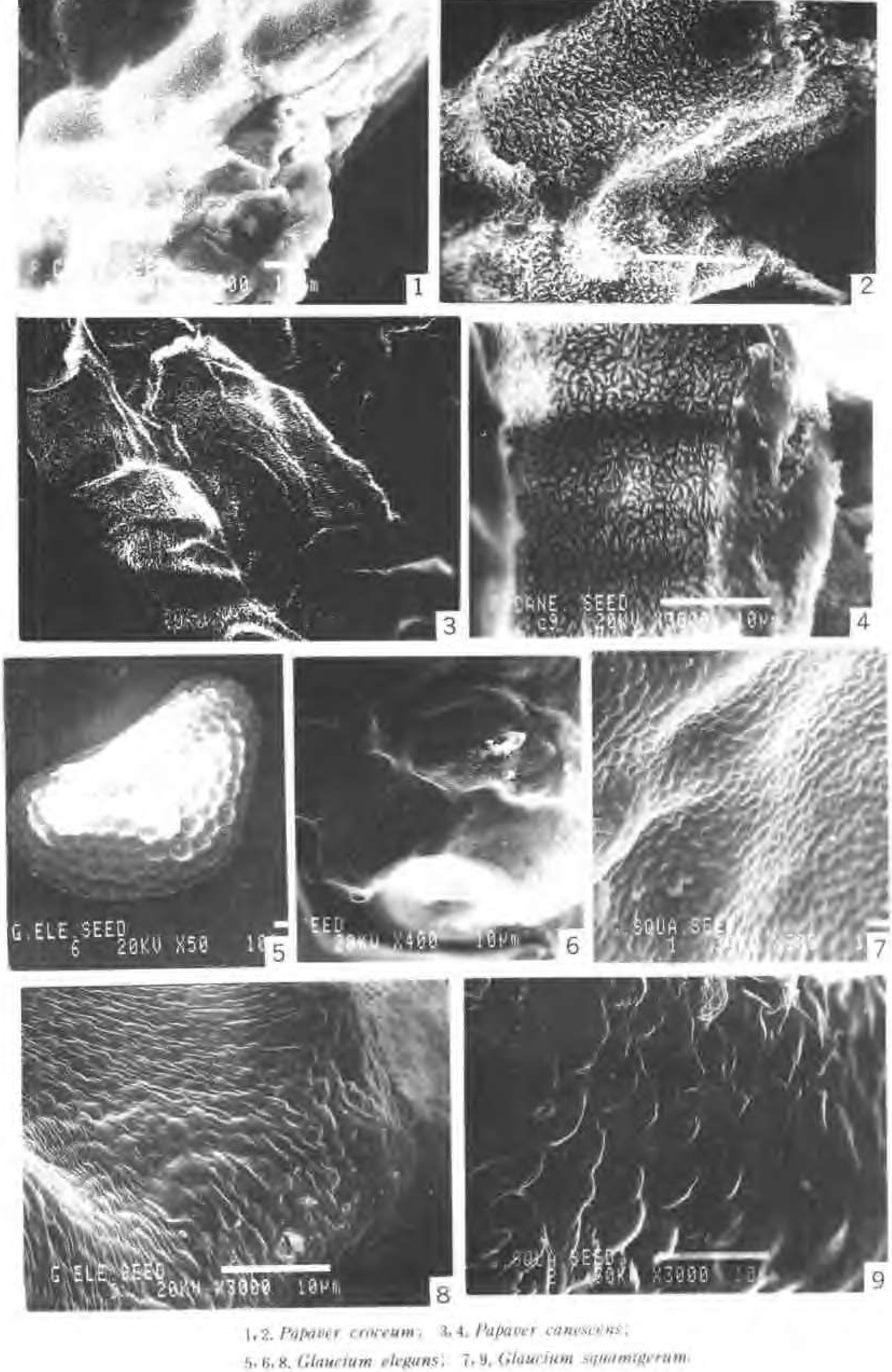
综上所述,采用热处理再结合茎尖脱毒培养,可去除葡萄主要病毒。

参 考 文 献

[1] 陈维伦,快速繁殖技术,植物组织培养法中国植物学会编,1985,41—49。
[2] 陈正华主编,木本植物组织培养,科学出版社,1986,328—344。



1, 2. *Papaver pavoninum*; 3, 4. *Papaver dubium* subsp. *erosum* (Litv.) Kadreit;
5, 6. *Papaver rhoeas*; 7, 8. *Papaver tenellum*.



1, 2. *Papaver croceum*; 3, 4. *Papaver canescens*;
5, 6, 8. *Glaucium elegans*; 7, 9. *Glaucium squamigerum*.

［Ｇｅｎｅｒａｌ Ｉｎｆｏｒｍａｔｉｏｎ］
书名＝新疆植物学研究文集
作者＝
页数＝２３２
ＳＳ号＝１０３１１７５４
出版日期＝
出版社＝